

Aus der Klinik für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde
der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Direktor: Prof. Dr. med. J. Schipper

**Retrospektive Analyse der Komplikationen sowie der
postoperativen Infektionen im Zusammenhang mit der
perioperativen Antibiotikaprophylaxe bei
Cochlea-Implantationen**

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin
der Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

vorgelegt von
David Mütz
2025

Als Inauguraldissertation gedruckt mit der Genehmigung der
Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

gez.:

Dekan: Prof. Dr. med. Nikolaj Klöcker

Erstgutachter: Prof. Dr. med. Thomas Klenzner

Zweitgutachter: Prof. Dr. med. Jan Frederick Cornelius

Für meine Familie

Teile dieser Arbeit wurden veröffentlicht:

Schaumann K., Mütz D., Althaus L., Prinzen T., Schipper J., Klenzner T., (2024), Perioperative antibiotic prophylaxis in the setting of cochlear implantation: a retrospective analysis of 700 cases. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*,
<https://doi.org/10.1007/s00405-024-08515-1>

Zusammenfassung

Postoperative Wundinfektionen nach Einsetzen eines Cochlea-Implantates sind selten, können jedoch in schweren Fällen zum Verlust des Implantates führen. Ziel dieser Arbeit ist es, in einer retrospektiven Analyse die Rolle der perioperativen Antibiotikaphylaxe in Hinblick auf die Art und Dauer bei der Prävention postoperativer Wundinfektionen und Komplikationen im Rahmen von Cochlea-Implantationen zu klären. Darüber hinaus soll im Rahmen einer Qualitätsanalyse ein Überblick über die Art und Häufigkeit von Komplikationen nach Cochlea-Implantationen gegeben werden. Zu diesem Zweck wurden 700 Patientenakten der Hals-Nasen-Ohrenheilkunde der Universitätsklinik Düsseldorf aus den Jahren 2007 bis 2019 hinsichtlich Wundinfektionen und Komplikationen in den ersten 28 postoperativen Tagen ausgewertet und die Ergebnisse in einer Datenbank zusammengeführt. Die Wundinfektionen wurden je nach Schweregrad in Minorinfektionen, welche durch eine ambulante Therapie z.B. mit einer oralen Antibiotikagabe therapiert werden können, oder Majorinfektionen, bei deren Therapie ein stationärer Aufenthalt des Patienten z.B. zu einer intravenösen Antibiotikagabe oder einer chirurgischen Intervention von Nöten ist, unterteilt. Weiterhin wurden die Dauer der Antibiotikaphylaxe (Single-Shot; 48 Std.; ≥ 72 Std.) sowie Vorerkrankungen und Medikamente, die das Immunsystem und/oder die Blutgerinnung beeinträchtigen, als mögliche Ursache einer postoperativen Komplikation erfasst. Voroperationen sowie der Konsum von Alkohol und/oder Nikotin wurden ebenfalls berücksichtigt. Anschließend wurden die erhobenen Daten in Excel eingepflegt und mit Hilfe des IBM-Statistikprogramms SPSS analysiert. Bei 670 Patienten (95,7%) konnte eine Einnahmedauer der Antibiotika in Zusammenhang mit dem Auftreten postoperativer Infektionen eruiert werden. Von den 670 Patienten wiesen 64 Patienten (9,6%) innerhalb der ersten 28 postoperativen Tage nach Cochlea-Implantation auffällige Wundverhältnisse in Form einer Wundinfektion auf. Bei 11 von 670 Patienten (1,6%) wurde eine Majorinfektion festgestellt, die lediglich durch intravenöse Antibiotika-Therapie und in einigen Fällen durch eine Wundrevision behandelt werden konnten. Es zeigte sich kein signifikanter Unterschied in der Wundinfektionsrate zwischen der Patientengruppe, welche eine Single-Shot-Antibiotikaphylaxe ($n = 67 / 11,9\%$) erhalten hat und denen, die eine 48-Stunden-Antibiotikaphylaxe ($n = 158 / 10,8\%$) oder eine Antibiotikaphylaxe über 72 Stunden oder länger ($n = 445 / 8,8\%$) erhalten haben. Die Ergebnisse dieser Studie deuten darauf hin, dass Patienten mit einer präoperativen Single-Shot-Antibiotikaphylaxe gegenüber Patienten mit einer mehrtägigen Antibiotikaphylaxe kein signifikant erhöhtes Infektionsrisiko haben. Eine weitere multizentrische Datenerhebung nach einheitlichen Protokollen erscheint daher sinnvoll.

Abstract

Postoperative wound infections after inserting a cochlear implant are rare, but can lead to loss of the implant in severe cases.

The aim of this study is to clarify the role of perioperative antibiotic prophylaxis with regard to the type and duration in the prevention of postoperative wound infections and complications in the context of cochlear implantation in a retrospective analysis.

In addition, an overview of the type and frequency of complications following cochlear implantation is to be provided as part of a quality analysis.

For this purpose, 700 patient files from the Department of Otorhinolaryngology at Düsseldorf University Hospital from 2007 to 2019 were analyzed with regard to wound infections and complications in the first 28 postoperative days and the results were compiled in a database. The wound infections were categorized according to their severity into minor infections, which can be treated by outpatient therapy, e.g. with oral antibiotics, or major infections, which require hospitalization of the patient, e.g. for intravenous antibiotics or surgical intervention. Furthermore, the duration of antibiotic prophylaxis (single-shot; 48h; ≥ 72 h) as well as previous illnesses and medications that impair the immune system and/or blood coagulation were recorded as possible causes of postoperative complications. Previous operations and the consumption of alcohol and/or nicotine were also taken into account. The data collected was then entered into Excel and analyzed using the IBM statistics program SPSS. In 670 patients (95.7%), the duration of antibiotic use was analyzed in relation to the occurrence of postoperative infections. 64 of the 670 patients (9.6%) showed abnormal wound conditions in the form of a wound infection within the first 28 postoperative days after cochlear implantation. In 11 of 670 patients (1.6%) a major infection was detected, which could only be treated by intravenous antibiotic therapy and in some cases by wound revision. There was no significant difference in the wound infection rate between the group of patients who received single-shot antibiotic prophylaxis ($n = 67 / 11.9\%$) and the group of patients who received 48h antibiotic prophylaxis ($n = 158 / 10.8\%$) or an antibiotic prophylaxis for 72h or longer ($n = 445 / 8.8\%$). The results of this study indicate that patients with a preoperative single-shot antibiotic prophylaxis do not have a significantly increased risk of infection compared to patients with a multi-day antibiotic prophylaxis. Further multicenter data collection according to standardized protocols would therefore appear to make sense.

Abkürzungsverzeichnis

AB	Advanced Bionics (Cochlea-Implantat-Hersteller)
Abb.	Abbildung
AWMF	Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften
B	Regressionskoeffizient
bspw.	beispielsweise
ca.	circa
CDC	Center of Disease Control
CI	Cochlea-Implantat
CI	Confidence interval (Statistik)
cm	Centimeter (Zentimeter)
Cochlear	Cochlear Limited (Cochlea-Implantat-Hersteller)
CRP	C-reaktives Protein
CD4	Cluster of Differentiation 4
dB	Dezibel
df	Degrees of freedom
et al.	et alii, et aliae, et alia
etc.	et cetera
°C	Grad Celsius
h	hour (Stunde)
HdO	Hinter-dem-Ohr-Hörsystem
HIV	Human immunodeficiency virus
HL	Hearing level
Hz	Hertz
i.v.	intravenös
KI	Konfidenzintervall
KRINKO	Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention
MED-EL	Medizinische Elektronik (Cochlea-Implantat-Hersteller)
mm	Millimeter
MRSA	Methicillin-resistenter Staphylococcus aureus
n	Stichprobengröße
N.	Nervus
N/A	not available (nicht verfügbar)

Nr.	Nummer
OR	Odds Ratio
Oticon	Oticon A/S (Cochlea-Implantat-Hersteller)
p	Signifikanzwert
S.	Seite
Std.	Stunde
SDH	Solu-Decortin H
S.E.	Standarderror (Standardfehler)
Sig.	Signifikanzwert
SSI	Surgical Site Infection
u.a.	unter anderem
VRE	Vancomycin-resistente Enterokokken
vs.	Versus (im Vergleich zu)
Wald	Wald Test (Statistik)
WHO	World Health Organization
z.B.	zum Beispiel
z.T.	zum Teil

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Hörstörungen	1
1.2	Das Cochlea-Implantat	2
1.2.1	Definition	3
1.2.2	Indikation	4
1.2.3	Operative Schritte	5
1.3	Postoperative Wundinfektionen.....	7
1.4	Perioperative Antibiotikaprophylaxe	8
1.5	Antibiotikaresistenzen	9
1.6	Zielsetzung.....	10
2	Material und Methoden	10
2.1	Patientenkollektiv	10
2.2	Parameter	11
2.3	Datenerhebung	12
2.4	Datenerfassung.....	17
2.5	Datenanalyse	17
2.6	Ethikvotum.....	20
3	Ergebnisse.....	20
3.1	Postoperative Wundinfektionen.....	20
3.2	Nicht-infektionsbedingte postoperative Komplikationen	33
4	Diskussion	34
4.1	Wundinfektionen und der Einfluss von Antibiotika	35
4.2	Wundinfektionen und der Einfluss weiterer Faktoren	43
4.3	Schlussfolgerung.....	49
5	Literaturverzeichnis	51
6	Abbildungsverzeichnis	58
7	Tabellenverzeichnis	59
8	Anhang	61

1 Einleitung

Die vorliegende Arbeit untersucht die Rolle der perioperativen Antibiotikaphylaxe in Hinblick auf die Art und Dauer bei der Prävention postoperativer Wundinfektionen und Komplikationen im Rahmen von Cochlea-Implantationen. Sie ist untergliedert in vier Themenschwerpunkte, welche aus den Kapiteln *Einleitung*, *Material und Methoden*, *Ergebnisse* und *Diskussion* bestehen.

Die Einleitung gibt einen kurzen Einblick über die Arten von Hörstörungen, den Aufbau und die Funktionsweise eines Cochlea-Implantates, die Indikationen zur Cochlea-Implantat-Versorgung sowie die operativen Schritte. Des Weiteren werden postoperative Wundinfektionen, Antibiotikaresistenzen sowie die perioperative Antibiotikaphylaxe thematisiert. Anhand eines kurzen Überblicks über den aktuellen Forschungsstand sowie die Darstellung der aufgestellten Hypothese wird näher auf die konkrete Zielsetzung der Arbeit eingegangen.

Das Kapitel Material und Methoden stellt die spezifische Vorgehensweise der Datenerhebung sowie die anschließende Aufarbeitung der Daten zum Zwecke der Datenanalyse dar. Hierbei wird ebenfalls auf die verwendeten statistischen Methoden zur Datenauswertung eingegangen.

Die Auswertung der erhobenen Daten wird im Kapitel Ergebnisse präsentiert. Die Ergebnisse werden präzise hinsichtlich der Fragestellung und Zielsetzung der Arbeit illustriert. Zuletzt werden in der Diskussion die zuvor erhobenen Ergebnisse noch einmal kurz aufgefasst, um diese insbesondere vor dem Hintergrund der aktuellen Literatur kritisch zu bewerten.

Teile dieser Arbeit wurden gemeinschaftlich in einer Studie erarbeitet und bereits in einer gemeinsamen Publikation veröffentlicht (Schaumann et al. 2024).

1.1 Hörstörungen

Hörstörungen können in die Schallleitungsschwerhörigkeit, die Schallempfindungsschwerhörigkeit, die kombinierte Schwerhörigkeit und die zentrale Schwerhörigkeit eingeteilt werden (Lenarz und Boenninghaus 2012).

Bei einer Schallleitungsschwerhörigkeit handelt es sich um eine Schwerhörigkeit, deren Ursachen auf Pathologien im Bereich des Außen- oder Mittelohres zurückzuführen sind (z.B. Otitis externa oder media) (Franzen 2007).

Im Falle einer Schallempfindungsschwerhörigkeit lassen sich die Ursachen auf Pathologien im Bereich des Innenohres, des Hörnervs oder der Hörbahn zurückführen.

Schallempfindungsschwerhörigkeiten können in die sensorische, die neurale und die zentrale Schwerhörigkeit unterteilt werden (Lenarz und Boenninghaus 2012).

Die sensorische Schwerhörigkeit ist auf eine Schädigung im Innenohr selbst zurückzuführen, beispielsweise aufgrund einer Presbyakusis oder einer traumatischen Innenohrschädigung (z.B. Schläfenbeinfraktur) (Probst 2008). In den meisten Fällen kommt es aufgrund einer Schädigung der in der Cochlea befindlichen äußeren Haarzellen zu einem Ausbleiben der Schallverstärkung und so zu einer Schwerhörigkeit (Lenarz und Boenninghaus 2012). Da die sensorische Schwerhörigkeit häufig durch eine Schädigung innerhalb der Cochlea entsteht, kann diese auch als cochleäre Schwerhörigkeit beschrieben werden (Franzen 2007). Bei der neuralen Schwerhörigkeit handelt es sich um eine Störung der Signalübertragung vom Innenohr zum Gehirn aufgrund einer Schädigung des Hörnervs durch beispielsweise ein Vestibularisschwannom (Lenarz und Boenninghaus 2012). Bei der zentralen Schwerhörigkeit handelt es sich hingegen um eine Störung in den Kerngebieten der Hörbahn sowie der Hörzentren (Zahnert 2010). Da sich die Orte der Schädigung bei der neuralen und zentralen Schwerhörigkeit anatomisch hinter der Cochlea befinden, können diese auch als retrocochleäre Schwerhörigkeiten zusammengefasst werden (Lenarz und Boenninghaus 2012).

Der Schweregrad der Hörstörungen wird nach der WHO-Klassifikation von 2021 eingeteilt. „[Die] Hörschwelle ist [hierbei] der Mittelwert der Mindestpegel, die auf dem besser hörenden Ohr bei den Frequenzen 500, 1000, 2000 und 4000Hz wahrgenommen werden können“ (Holube et al. 2024). Dies ist in Tabelle 1 ersichtlich.

Tabelle 1: Schweregrad der Hörstörungen nach der WHO

Hörverlustklassen	Hörschwelle (HL) des besser hörenden Ohrs in Dezibel (dB)
Normalhörigkeit	<20dB
Leichter Hörverlust	20 bis <35 dB
Mäßiger Hörverlust	35 bis <50 dB
Mäßig schwerer Hörverlust	50 bis <65 dB
Schwerer Hörverlust	65 bis <80 dB
Hochgradiger Hörverlust	80 bis <95 dB
Vollständiger Hörverlust/ Taubheit	95 dB oder höher

Quelle: Eigene Darstellung (modifiziert nach World Health Organization 2021)

1.2 Das Cochlea-Implantat

Laut einer Studie von Müller et al. aus dem Jahre 2024 sind in Deutschland ca. 50.000 - 60.000 und weltweit ca. 950.000 Menschen mit einem Cochlea-Implantat versorgt (Müller et al. 2024). Nach Angaben des wissenschaftlichen Dienstes der Bundesregierung werden

jährlich circa 5.000 Cochlea-Implantationen durchgeführt (Wissenschaftlicher Dienst des Bundestages 2022).

Laut einer Berechnung von Thum et al. belaufen sich die Kosten für die Erstimplantation oder eine Reimplantation eines Cochlea-Implantates auf ca. 27.000 Euro (Thum et al. 2020) und die Kosten für die Implantation und den Betrieb im ersten Jahr auf ca. 33.000 Euro (Thum et al. 2022). Die Gesamtkosten von Cochlea-Implantaten beliefen sich in Deutschland im Jahr 2017 auf ca. 343 Millionen Euro. Eine Prognose erwartet in den nächsten Jahrzehnten, aufgrund der prognostizierten steigenden Implantationszahlen, eine Steigerung der Gesamtkosten auf 814 Millionen Euro im Jahre 2057 (Thum et al. 2022). Sowohl der Einfluss des Cochlea-Implantates auf die soziale Teilhabe eines Patienten als auch die enormen Kosten, welche die Implantation und der Betrieb eines Cochlea-Implantates aufrufen, zeigt dessen hohe Systemrelevanz.

1.2.1 Definition

Bei einem Cochlea-Implantat (CI) handelt es sich um eine elektronische Hörprothese für hochgradig schwerhörige und ertaubte Patienten, deren Hörnerv noch funktionsfähig ist. Durch elektrische Reizung des Hörnervs wird ein Höreindruck erzeugt, welcher dem Träger das Hören ermöglicht. Das Cochlea-Implantat besteht aus zwei Teilen, einem externen und einem internen Teil (Lenarz 2017).

Der externe Teil setzt sich aus Mikrofon, Sprachprozessor sowie der Batterie zusammen. Das Mikrofon dient zur Aufnahme des Schalls und leitet diesen an den Sprachprozessor weiter. Dieser wandelt die auditorischen Informationen in einen elektrischen Impuls um und leitet diese durch Radiowellen transkutan an das Implantat weiter. Zur Versorgung des Implantates mit Strom dient eine Batterie im Prozessor. Die Energie wird dann transkutan per Induktion auf das Implantat übertragen (Lenarz und Boenninghaus 2012).

Der interne Teil des Cochlea-Implantats setzt sich aus der Empfängerspule zur Aufnahme des elektrischen Impulses des Sprachprozessors und der Elektrode zusammen. Während der Implantatkörper retroaurikulär subperiostal in einem Knochenbett befestigt wird, wird der Elektrodenträger in die Scala tympani der Cochlea inseriert. Der elektrische Impuls wird von der Empfängerspule aufgenommen, dekodiert und den einzelnen Elektroden des in der Cochlea einliegenden Elektrodenträgers zugeleitet (Lenarz und Boenninghaus 2012). Der Aufbau eines Cochlea-Implantats ist in Abbildung 1 ersichtlich.

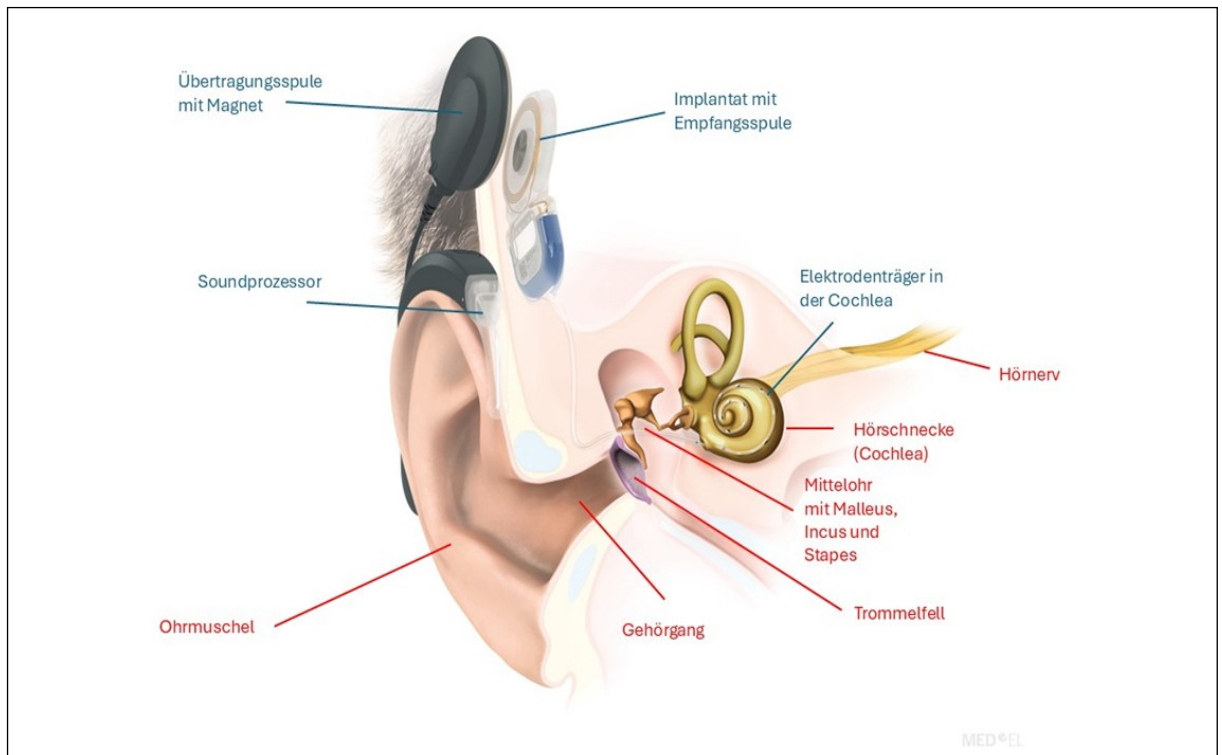


Abb. 1: **Anatomie des Ohres (rot) sowie Aufbau eines Cochlea-Implantats (blau)** (MED-EL Elektromedizinische Geräte GmbH)

Durch die tonotopische Organisation der Cochlea können unterschiedliche Frequenzen an zugehörigen Orten entlang der Basalmembran erkannt sowie stimuliert werden. Tiefe Frequenzen werden eher an der Spitze (Apex cochlearis) der Cochlea, hohe Frequenzen eher an der Basis der Cochlea (Basis cochleae) wahrgenommen (Wilson und Dorman 2008). Diese elektrische Stimulation ermöglicht dem Gehirn, einen Ton zu interpretieren. Durch eine präzise Platzierung der Elektrode kann die Klangqualität sowie die Sprachverständlichkeit deutlich verbessert werden (Zeng et al. 2008).

1.2.2 Indikation

Die Versorgung mit einem Cochlea-Implantat kann bei Patienten vorgenommen werden, bei denen die Hörstörung schwerpunktmäßig im Bereich der Cochlea (sensorische Schwerhörigkeiten) lokalisiert ist (Lenarz 2017). Eine wichtige Voraussetzung sind ein funktionsfähiger Hörnerv sowie eine intakte zentral-auditorische Hörbahn. Zudem muss die Cochlea anatomisch so ausgebildet sein, sodass der Elektroden-träger komplikationslos in die Cochlea eingesetzt werden kann, um dort eine Verbindung zum Hörnerv herzustellen (Lin et al. 2013).

Die Versorgung mit einem Cochlea-Implantat kommt für Patienten infrage, bei denen durch diese im Vergleich zu einem Hörgerät oder einem anderen implantierbaren Hörsystem

voraussichtlich eine Verbesserung des Hörens und des Sprachverstehens erreicht werden kann. In der aktuellen AWMF S2k-Leitlinie wird empfohlen, die Indikation für jedes betroffene Ohr separat zu prüfen. Besteht eine Indikation zur beidseitigen Implantation, sollte diese angestrebt werden. Zusätzlich zu den medizinischen und anatomischen Voraussetzungen muss der Patient in der Lage sein, ausreichend am Behandlungsprozess teilzunehmen. Dies umfasst neben der Implantation selbst, auch die anschließende Therapie und die regelmäßige Nachsorge. Ebenso sollte die behandelnde Einrichtung die notwendigen Bedingungen für eine erfolgreiche Versorgung bieten können (Deutsche Gesellschaft für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, Kopf- und Hals-Chirurgie e. V. 2020).

1.2.3 Operative Schritte

Nach kleinflächiger retroaurikulärer Rasur, Lokalanästhesie, chirurgischer Desinfektion und sterilem Abdecken des OP-Gebietes erfolgt in der Regel ein retroaurikulärer S- oder C-förmiger Hautschnitt (Sayed-Hassan et al. 2019). Dieser bietet einen guten Überblick sowie einen geeigneten Zugang zum Mastoid und der Cochlea, wodurch sowohl der Empfänger als auch die Elektrode sicher platziert werden können (Deep et al. 2019). Aschendorff et al. beschreiben einen retroaurikulären Hautschnitt, welcher dorsal zum Hinter-dem-Ohr-Hörsystems (HdO) angesetzt wird. Anschließend wird eine weitere anteriorer gelegene gegenläufige Inzision des Muskel-Periost-Lappens durchgeführt. Durch diese Art der Inzision kommt es, nach Einbringen des Implantates, weder zum Kontakt zwischen der Hautnarbe und dem Hinter-dem-Ohr-Hörsystem (HdO), noch zu einer Überkreuzung von Inzision und dem Elektrodenbündel. Diese Art der Schnittführung bewährte sich als sicherer Zugangsweg (Aschendorff et al. 2005). Eine Schnittführung mit einem ausreichenden Abstand zum Implantatbett beschreiben auch Parent et al. (Parent et al. 2020). Die retroaurikuläre Inzision geht, laut Lescanne et al., mit weniger Wundinfektionen einher, als die in der Vergangenheit genutzte erweiterte endaurale Inzision (Lescanne et al. 2011). Ebenfalls kann eine kleinflächige Inzision, möglichst unter 4cm, zu einer Reduktion der Wundinfektionen beitragen (Almosnino et al. 2018).

Nach erfolgreicher Inzision erfolgt die Anlage einer Periosttasche zur Aufnahme des Implantatkörpers. Unter mikroskopischer Sicht erfolgt eine partielle Mastoidektomie, die Strukturen wie die hintere Gehörgangswand, das Antrum mit dem Amboss, den mastoidalen Verlauf des Nervus facialis, den Kanal der Chorda tympani, den Labyrinthblock mit den drei Bogengängen, den Sinus sigmoideus sowie die Kortikalis zur mittleren und hinteren Schädelgrube einschließlich des Sinus-Dura-Winkels freilegt. Zur sicheren Platzierung des Implantates wird ein Knochenbett präpariert, das in manchen Fällen bis auf die Dura reicht.

Um eine sichere Positionierung der Elektrode zu gewährleisten, wird ein Verbindungskanal zwischen Sinus-Dura-Winkel und Mastoid geschaffen. Durch die Abtragung des Knochens zwischen dem Nervus facialis, der knöchern bedeckt bleibt und der Chorda tympani erfolgt die Anlage einer posterioren Tympanotomie. Für eine vollständige Darstellung der Rundfenstermembran wird der knöcherne Überhang abgetragen und die Membran vorsichtig freigelegt. Anschließend folgt die Eröffnung der Cochlea durch die Inzision der Rundfenstermembran oder durch eine Cochleostomie (Lenarz 2017).

Aufgrund des weniger traumatischen Zugangs zur Cochlea und einer daraus resultierenden Verringerung des Risikos einer Infektion der Perilymphe wird der Rundfensterzugang empfohlen (Roland et al. 2007). Um Verletzungen zu vermeiden wird die Elektrode anschließend möglichst vorsichtig und atraumatisch in die Cochlea vorgeschoben (Lenarz 2017). Hierbei können zwei Arten von Elektroden verwendet werden. Die flexiblen Elektroden sind spezielle, dünn gefertigte Elektroden, welche sich flexibel der Cochlea anschmiegen und möglichst atraumatisch inseriert werden können, sodass bei Resthörvermögen potenziell ein Resthörerhalt möglich ist. Dadurch kann je nach Größe und Form der Cochlea bei einigen Herstellern die Länge der Elektrode individuell angepasst werden (Dhanasingh 2021). Bei den perimodiolären Elektroden handelt es sich um vorgeformte Elektrodenträger nach dem Vorbild der Cochlea (Lenarz 2017). Diese liegen an der inneren Wand, dem Modiolus, an (Zeng et al. 2008). Dadurch soll eine möglichst selektive Stimulation mit geringeren Stimulationsstromstärken erreicht werden (Lenarz 2017). Durch den für die Insertion nötigen, etwas größeren Zugangsweg (Cochleostomie/erweiterter Rundfensterzugang) (Klabbers et al. 2022) und die etwas steifere Beschaffenheit der Elektrode wird ein Resthörerhalt weniger wahrscheinlich (DeSaSouza 2022). Auch kann es durch die vorgeformte Elektrode bei den perimodiolären Elektroden zu einem Umknicken der Elektrode (tip fold-over) kommen (Dhanasingh und Jolly 2019).

Beim Einführen der Elektrode sollte bereits ab dem ersten Widerstand die Elektrode nicht weitergeschoben werden (Zeng et al. 2008). Anschließend erfolgt eine Versiegelung des cochleären Zugangs, um den Elektrodenträger herum z.B. mit Bindegewebe zur Vermeidung einer Perilymphfistel. Der Elektrodenträger wird im Mastoid sicher positioniert (Lenarz 2017). Daraufhin wird eine intraoperative Funktionskontrolle durchgeführt. Bei bestehender Funktionsfähigkeit des Implantates erfolgen der Wundverschluss sowie eine anschließende Lagekontrolle mittels radiologischer Diagnostik (Würfel et al. 2014).

1.3 Postoperative Wundinfektionen

In ihrer Empfehlung zur Prävention postoperativer Wundinfektionen beschreibt das Robert-Koch-Institut die chirurgischen Wundinfektionen, mit einem Anteil von ca. 24% an den nosokomialen Infektionen, zu den führenden Infektionen in deutschen Akutkrankenhäusern. Für das Jahr 2006 schätzten diese eine Anzahl von ca. 255.000 chirurgischen Wundinfektionen in deutschen Krankenhäusern (KRINKO 2018).

Wundinfektionen zeigen sich zunächst meist lokal in Form der Kardinalsymptome einer Entzündung nach Celsus. Diese sind Dolor (Schmerz), Calor (Überwärmung), Rubor (Rötung), Tumor (Schwellung) und Functio laesa (Funktionseinschränkung) (Hirner und Weise 2008). Breitet sich eine Infektion flächig, diffus sowie nekrotisierend aus, spricht man von einer Phlegmone. Diese wird meist durch Strepto- oder Staphylokokken ausgelöst (Hirner und Weise 2008).

Trotz des im Vergleich zu anderen Operationen risikoarmen Eingriffes kann es auch bei Cochlea-Implantationen zu Komplikationen kommen (Farinetti et al. 2014; Lenarz 2017). Eine Komplikation ist die postoperative Wundinfektion, welche – je nach Literatur – beispielsweise mit einer Inzidenz im Bereich zwischen 3-5 % (Anne et al. 2016) und 1-13 % (Kajal et al. 2022) beschrieben wird.

Aufgrund der anatomischen Nähe zu wichtigen neurologischen Strukturen sowie Gefäßen, wie beispielsweise den Meningen, dem Großhirn (Sayed-Hassan et al. 2019) und dem Sinus sigmoideus (Lenarz und Boenninghaus 2012), sowie filigranen und leicht überwindbare anatomische Strukturen können, bei Wundinfektionen im Bereich der Cochlea-Implantation, Keime in naheliegende Regionen durchdringen und dort eine tiefgreifende Komplikation auslösen (Lenarz 2017). Folgen können eine Mastoiditis mit und ohne subperiostalem Abszess (El-Saied et al. 2018) sowie eine Sinusvenenthrombose über den Sinus sigmoideus (Lenarz und Boenninghaus 2012), eine Meningitis oder eine Labyrinthitis sein (Farinetti et al. 2014). Bei der Eröffnung des Innenohres kann es dort zu einer Kontamination mit Keimen und konsekutiver Infektion kommen. Im schlimmsten Fall kann es zu einer Implantatinfektion oder durch die Verbindung des Innenohres mit dem Liquorraum zu einer Infektion des inneren Liquorraumes kommen (Cohen und Hirsch 2010).

Breiten sich die Keime einer Entzündung aus und gelangen in den Blutkreislauf, kann dies zu einer Sepsis führen. Eine Sepsis stellt ein akutes mit einer hohen Letalität einhergehendes Ereignis dar. Es zeigen sich Symptome einer systemischen Infektion in Form von Fieber, Schüttelfrost, Tachykardie, Tachypnoe sowie Unruhe und Delirium. In Zusammenspiel mit einem Versagen des Kreislaufes kann eine Sepsis zu einem septischen Schock und im schlimmsten Fall zum Tode führen (Siewert 2012).

Wundinfektionen stellen in der Cochlea-Implantat-Chirurgie demnach eine ernstzunehmende gesundheitliche Gefahr dar und können zu schweren Komplikationen führen. Neben einer systematischen Antibiotikatherapie kann eine Revisionsoperation oder, bei einer Besiedlung des einliegenden Implantates mit Keimen, eine Explantation von Nöten sein. Eine anschließende Reimplantation sollte erst nach abgeschlossener systemischer Antibiotikatherapie und vollständigem Abklingen der Infektion erfolgen (Lenarz 2017).

1.4 Perioperative Antibiotikaphylaxe

Die perioperative antibiotische Prophylaxe stellt eine zentrale Maßnahme zur Prävention postoperativer Wundinfektionen dar (KRINKO 2018).

In der Cochlea-Implantat-Chirurgie wird zur Vermeidung postoperativer Wundinfektionen und der daraus resultierenden Komplikationen in den meisten Kliniken eine perioperative Antibiotikaphylaxe verabreicht. In der S3-Leitlinie zur perioperativen und periinterventionellen Antibiotikaphylaxe der AWMF wird die Cochlea-Implantation als sauber-kontaminierte Operation in die Kontaminationsklasse II eingestuft (Abele-Horn et al. 2024). Eine allgemeine Darstellung der Kontaminationsklassen findet sich in Tabelle 2.

Tabelle 2: Kontaminationsklassen I-IV mit Erläuterung der dazugehörigen Operationsbereiche

Klasse I	Klasse II
Operationen in nicht kontaminierter Region (aseptischer Eingriff), keine Kontamination des Operationsgebietes durch ortsständige Flora oder Infektionen z. B. Gelenk- und Knochenoperationen, Herz oder Hirnoperationen	Operationen in „sauberkontaminierter/bedingt aseptischer“ Region, physiologische mikrobielle Besiedlung z. B. Eingriffe am Oropharynx Urogenitaltrakt oberen Gastrointestinaltrakt, Respirationstrakt, gynäkologische Eingriffe
Klasse III	Klasse IV
Operationen in kontaminierter Region, Kontamination durch endogene Standortflora oder exogene Erreger z. B. Eingriffe am unteren Gastrointestinaltrakt und Urologie, offene Frakturen, kontaminierte Haut- und Weichteildefekte	Operationen in infizierter (septischer) Region, eitrige Infektionen im Operationsgebiet, massive Kontamination durch endogene Standortflora z. B. operative Maßnahmen bei Abszessen, Phlegmonen, Fisteln, Osteomyelitiden, massiv kontaminierte Wunden sowie Eingriffe bei Patienten, die mit multiresistenten Erregern (z. B. MRSA, VRE) besiedelt oder infiziert sind. Auch bei Eingriffen bei einer Knochenmarkentzündung, einer Gallenblasenentzündung

Quelle: Eigene Darstellung (modifiziert nach Siewert 2012)

MRSA = Methicillin-resistenter Staphylococcus aureus, VRE = Vancomycin-resistente Enterokokken

Die aktuelle AWMF-Leitlinie zur Cochlea-Implantat-Versorgung der Deutschen Gesellschaft für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, Kopf- und Hals-Chirurgie e. V. empfiehlt daher, eine altersunabhängige liquorgängige antibiotische Prophylaxe. Eine erste Dosis des Antibiotikums, z.B. die parenterale Gabe von Cephalosporinen, soll rechtzeitig, ca. 30-60 Minuten vor Operationsbeginn, gegeben werden. Bei Eingriffen von bis zu zwei Stunden ist eine einmalige antibiotische Prophylaxe hinreichend und einer längerfristigen Antibiotikaprophylaxe nicht unterlegen (Deutsche Gesellschaft für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, Kopf- und Hals-Chirurgie e. V. 2020).

Eine längerfristige antibiotische Prophylaxe wird lediglich bei weiteren Risikofaktoren empfohlen (Anne et al. 2016). Die meisten deutschen Kliniken orientieren sich an diesen Empfehlungen. International zeigt sich jedoch keine einheitliche Meinung über den Einsatz perioperativer Antibiotika. Die Art und Dauer der antibiotischen Prophylaxen variieren von Klinik zu Klinik. Auch die Ergebnisse früherer Studien zeigen sich dahingehend sehr heterogen. Es stellt sich somit als äußerst schwierig dar, eine allgemeingültige und evidenzbasierte Empfehlung zu tätigen.

1.5 Antibiotikaresistenzen

Im Jahre 2021 wurden weltweit 4,71 Millionen Todesfälle mit Antibiotikaresistenzen in Verbindung gebracht. Bis 2050 könnte die Zahl auf 8,22 Millionen ansteigen (Global burden of bacterial antimicrobial resistance 1990-2021: a systematic analysis with forecasts to 2050 2024). Durch die unsachgemäße und übermäßige Gabe von Antibiotika wird die Bildung antibiotikaresistenter Keime erheblich verstärkt (Global burden of bacterial antimicrobial resistance in 2019: a systematic analysis 2022). Der durch den weitverbreiteten Einsatz von Antibiotika entstehende hohe Selektionsdruck fördert das Überleben und die Vermehrung resistenter Bakterienstämme (Suerbaum et al. 2016). Ein Beispiel hierfür ist der Methicillin-resistente *Staphylococcus aureus* (MRSA). Bei MRSA handelt es sich um eine besonders bedrohliche Form des *Staphylococcus aureus*, weil er gegen viele herkömmliche Antibiotika, einschließlich Methicillin, Resistenzen aufweist. Die Infektionen mit hochresistenten Erregern lassen sich schlecht behandeln und zeigen eine erhöhte Mortalität. Dies führt besonders in Krankenhäusern, aber auch in der ambulanten Krankenversorgung sowie in Pflegeheimen, zu schwer behandelbaren Infektionen. Vor allem immunsupprimierte Patienten haben meist nicht die notwendigen Ressourcen zur Bekämpfung solcher Infektionen (Bruder et al. 2019). Aus diesem Grund stellt ein verantwortungsvoller Umgang mit Antibiotika einen wichtigen Beitrag zur Vermeidung neuer Resistenzen und zu einer effektiven Behandlung von Infektionen in der Medizin dar.

1.6 Zielsetzung

Cochlea-Implantate stellen aufgrund ihres guten Hörerfolgs und der damit zusammenhängenden Verbesserung von Spracherwerb, Teilhabe am sozialen Leben sowie der Lebensqualität die erfolgreichste Neuroprothese dar (Buchman et al. 2020). Postoperative Komplikationen mit Folgen bis hin zur Explantation/Reimplantation eines Cochlea-Implantates, weisen neben der psychischen und physischen Belastung für den Patienten, auch einen enormen Kostenfaktor auf. Daher besteht ein begründetes Interesse, postoperative Wundinfektionen und deren Komplikationen zu vermeiden. Eine einmalige perioperative Antibiotikaphylaxe ist vor dem Hintergrund des steigenden Risikos der Entstehung antibiotikaresistenter Keime zu bevorzugen, allerdings zeigen aktuelle Studien keine einheitlichen Ergebnisse zum Zusammenhang zwischen der Dauer der perioperativen Antibiotikagabe und dem Auftreten postoperativer Wundinfektionen.

Das Ziel der vorliegenden Studie ist daher eine Qualitätsüberprüfung im Rahmen einer retrospektiven Analyse. Es soll primär geklärt werden, ob eine einmalige perioperative Antibiotikagabe (Single-Shot-Antibiotikaphylaxe) gegenüber einer perioperativen Antibiotikaphylaxe über 48 Stunden und 72 Stunden oder länger ein erhöhtes Risiko für postoperative Wundinfektionen birgt. Hierzu werden verschiedene Therapiemodelle miteinander verglichen, um somit die Rolle der perioperativen Antibiotikaphylaxe bei der Prävention postoperativer Wundinfektionen zu klären. Die durch die Analyse gewonnenen Daten und der daraus resultierende Erkenntnisgewinn könnten zu einer Verbesserung der peri- und postoperativen Abläufe, zu einer Reduktion der postoperativen Komplikationen sowie einem verantwortungsvolleren Umgang mit Antibiotika beitragen.

2 Material und Methoden

2.1 Patientenkollektiv

In dieser retrospektiven Kohortenstudie wurden die Akten von 700 Patienten, die im Zeitraum von Januar 2007 bis Dezember 2019 in der Klinik für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde der Universitätsklinik Düsseldorf mit einem Cochlea-Implantat versorgt wurden, untersucht (Schaumann et al. 2024). Es wurden alle mit einem Cochlea-Implantat versorgten Patienten, unabhängig von der im Vorfeld bestehenden Art der Hörstörung, in die Studie eingeschlossen. Alle Patienten erhielten im Rahmen der Operation, gemäß der zu der Zeit geltenden Leitlinien, eine perioperative antibiotische Prophylaxe zur Vermeidung postoperativer Wundinfektionen.

Von den Patienten waren 372 weiblich (53,1%) und 328 männlich (46,9%). Das Patientenalter lag zwischen 9 Monaten und 90 Jahren. Das Medianalter der Patienten lag somit bei 49 Jahren. Alle Patienten dieser Studie wurden mit Cochlea-Implantaten der Firmen MED-El, Cochlear, Advanced Bionics oder Oticon versorgt. Den ausgewerteten Patientenakten wurde jeweils eine Nummer von 1-700 zugeteilt und die erhobenen Daten anonymisiert.

2.2 Parameter

Vor Erhebung der Daten erfolgte die sorgfältige Festlegung der für die Studie notwendigen Kriterien, u.a. das Patientenalter, Vorerkrankungen, Antibiotikagabe etc. um möglichst viele relevante Parameter, die im Rahmen von Cochlea-Implantationen beachtet werden müssen, im Zusammenhang mit der zentralen Fragestellung dieser Studie zu berücksichtigen. Die Parameter und deren Klassifikation sind in Tabelle 3 ersichtlich.

Tabelle 3: Parameter der Datenerhebung sowie deren Klassifizierungen

Parameter	Klassifizierung
Patientennummer	1 - 700
Operationsdatum	01.01.2007 - 31.12.2019
Geburtsdatum	Tag/Monat/Jahr
Operationsseite	links/rechts/beidseits
Operationstechnik	Rundfensterzugang/Cochleostomie
Implantathersteller	MedEl/Cochlear/ Advanced Bionics/Oticon
Elektrodenträger	flexibel/perimodiulär
intraop. Entzündung	ja/nein
intraop. SDH-Gabe	ja/nein
intraop. Besonderheiten	ja/nein
Liegezeit	in Tagen
Art des Antibiotikums	Unacid/Cefuroxim/Cefazolin/Clindamycin
Dauer der Antibiotika-Gabe	Single-Shot/48 Std./ ≥ 72 Std.
Infektionsort	Haut/Implantatbett/Mittelohr/Innenohr/Intrakraniell (Ausmaß der Symptome/Erkrankung)
Infektionsparameter	Leukozyten/CRP/Temperatur
Zeitpunkt der Infektion	in postoperativen Tagen von 0-28
Therapie der Infektion	ambulant/stationär
sonstige postoperative Komplikationen	Art der Komplikation/Zeitpunkt/ambulante oder stationäre Therapie
Vorerkrankungen	des Immunsystems/der Blutgerinnung/Andere
Medikamente	das Immunsystem beeinflussend/die Blutgerinnung beeinflussend/Andere
Nikotin	ja/nein
chr. Alkoholabusus	ja/nein
Voroperation im Bereich der Ohren	ja/nein

chr. = chronisch, h = hour (Stunde), intraop. = intraoperativ, SDH = Solu-Decortin H

2.3 Datenerhebung

Die Datenerhebung erfolgte in mehreren Schritten.

Im ersten Schritt wurde die Aufnahmedokumentation sowie die Anamnese der Patienten gesichtet, um insbesondere **Vorerkrankungen** und **Medikamente** zu dokumentieren, welche das Immunsystem und/oder die Blutgerinnung beeinträchtigen und somit gegebenenfalls Einfluss auf das Auftreten postoperativer Wundinfektionen und Komplikationen haben. Als Beispiel für solche Vorerkrankungen sind unter anderem das HI-Virus (Liu et al. 2023) und Diabetes mellitus Typ II (Zhang et al. 2022) zu nennen. Medikamente, die ebenfalls Einfluss auf das Auftreten von postoperativen Wundinfektionen haben können, sind beispielsweise Antikoagulantien (Cancienne et al. 2020), Glucocorticoide oder zytostatische Chemotherapeutika (Dissemond et al. 2011).

Grønkjær et al. (Grønkjær et al. 2014) und Sørensen (Sørensen 2012) beschreiben einen negativen Einfluss von **Nikotin** auf die Wundheilung und die daraus resultierende erhöhte Anfälligkeit für Wundinfektionen. Delgado-Rodríguez et al. (Delgado-Rodríguez et al. 2003) beschreiben dies für den **chronischen Konsum von Alkohol**. Aus diesem Grund wurden auch der Konsum von Nikotin als auch der chronische Alkoholkonsum aus der Aufnahmedokumentation entnommen und dokumentiert.

Ebenfalls stehen **Voroperationen an den Ohren** wie z.B. Parazentesen, subtotale Petrosektomie und Mittelohrobliteration mit Bauchfett im Verdacht, postoperative Wundinfektionen nach Cochlea-Implantationen zu begünstigen (Parent et al. 2020). Dies gilt auch für im Vorfeld eingebrachte Fremdmaterialien, wie beispielsweise Implantate, die aufgrund ihrer Materialbeschaffenheit günstige Besiedlungsorte für Keime darstellen (Hirner und Weise 2008). Bei Vorliegen solcher Parameter wurden diese dokumentiert.

Das **Geburtsdatum** wurde ebenso erfasst, um das Patientenalter zum Zeitpunkt der Operation zu berechnen. Ältere Patienten erleiden häufiger einen gravierenderen Verlauf einer postoperativen Wundinfektion und weisen in diesem Zusammenhang eine erhöhte Mortalitätsrate auf (Kaye et al. 2004). Bei Kindern und Jugendlichen kommt es hingegen zu einem häufigeren Auftreten von postoperativen Wundinfektionen (Sayed-Hassan et al. 2019).

Im zweiten Schritt wurden die Operationsberichte sowie die Anästhesieprotokolle eingesehen, um einen detaillierten Einblick in den Operationsablauf, die perioperative Antibiose, die Operationstechnik etc. zu bekommen. Hieraus wurde unter anderem das **Operationsdatum** entnommen, da dieses Aufschluss darüber gibt, wie viele Cochlea-Implantate in den jeweiligen Jahren implantiert wurden und ob sich über die Jahre bestimmte Parameter bei der Operation, der Therapie oder der Nachsorge geändert haben.

Zudem wurde auch die mit dem Cochlea-Implantat **versorgte Seite** (links, rechts oder beidseits) notiert, um festzustellen, ob eine Seite häufiger von Wundinfektionen oder Komplikationen betroffen ist.

Aufgrund des größeren Zuganges bei der Cochleostomie gegenüber dem Rundfensterzugang, ist die Vermutung naheliegend, dass es bei der Cochleostomie zu einem erhöhten Eindringen von Keimen in die Cochlea kommt und somit das Risiko für das Auftreten postoperativer Komplikationen, wie bspw. einer Labyrinthitis oder einer Meningitis, erhöht ist. Ein Vorteil des Rundfensterzuganges gegenüber der Cochleostomie wird auch von Gudis et al. vermutet (Gudis et al. 2012). Aus diesem Grund wurde der **Zugang zur Cochlea** (Rundfensterzugang oder Cochleostomie) erfasst.

Da sich die Cochlea-Implantate der verschiedenen **Hersteller**, als auch die Modelle eines Herstellers beispielsweise in ihrer Materialbeschaffenheit als auch ihrer Elektrodenform unterscheiden können, wurden diese ebenfalls in der Datenerhebung berücksichtigt. Es wurden Cochlea-Implantate von vier verschiedenen Herstellern (MED-El, Cochlear, Advanced Bionics und Oticon) implantiert, deren **Elektrodenträger** entweder flexibel oder perimodiolar sind. Bei der Auswertung des Operationsberichtes wurde auch darauf geachtet, ob **entzündliche Veränderungen** im Bereich des Mastoides oder Mittelohres beschrieben wurden, da diese, aufgrund einer Keimverschleppung, ggf. Einfluss auf eine spätere Wundinfektion haben könnten (Webster et al. 2010). Bei Vorliegen solcher **intraoperativen Auffälligkeiten** wurden diese dokumentiert.

Zur genaueren Untersuchung der zentralen Frage, bezüglich des Einflusses der perioperativen Antibiose auf das postoperative Infektionsrisiko, wurde ebenfalls das für die perioperative Antibiotikaprophylaxe **eingesetzte Antibiotikum** festgehalten. Vier verschiedene Antibiotika (Ampicillin/Sulbactam (Unacid), Cefuroxim, Cefazolin und Clindamycin) wurden im untersuchten Zeitraum prophylaktisch eingesetzt. Die initiale perioperative antibiotische Prophylaxe erhielten die Patienten kurz vor der Operation im Operationssaal.

Im dritten Schritt wurden zur Beurteilung des postoperativen Verlaufs die ärztliche Verlaufsdokumentation, die Pflegedokumentation sowie die Aufzeichnungen der ambulanten Nachsorge gesichtet und analysiert. Um eine bessere Vorstellung über die Dauer der stationären Versorgung zu erhalten, wurde der stationäre Aufenthalt (**Liegezeit**) in Tagen erfasst. Klinikintern setzt sich die reguläre Liegezeit aus dem Aufnahmetag (meist der Tag vor der Operation), dem OP-Tag selbst und dem postoperativen Aufenthalt (in der Regel vier Tage) zusammen.

Die postoperative Wundversorgung bis zum 28. postoperativen Tag wurde ebenfalls dokumentiert und bestand in der Regel aus einem Druckverband über drei Tage sowie täglichen Wundkontrollen. Der Fadenzug der Hautnaht erfolgte, je nach Wundstatus, am 7. bis 10. postoperativen Tag. Eine ambulante ärztliche Kontrolle erfolgte nach vier Wochen zu Beginn der Rehabilitationsmaßnahme.

Um die genaue **Dauer der antibiotischen Prophylaxe** feststellen zu können, wurden diese anhand der Medikamentenanordnung bzw. der Medikamentenkurve aus der Verlaufs- und Pflegedokumentation entnommen. Die Dauer der antibiotischen Prophylaxe wurde in Single-Shot (einmalige Gabe präoperativ), 48 Stunden perioperativ und 72 Stunden oder länger perioperativ eingeteilt. Grund hierfür stellen die klinikinternen Standards zur Dauer der Antibiotikaprophylaxen an der Universitätsklinik Düsseldorf dar. In den Jahren 2007 bis 2015

wurde überwiegend eine antibiotische Prophylaxe von 72 Stunden oder länger gegeben. Dies entsprach zu dieser Zeit dem klinikinternen Standard. In den folgenden Jahren kam es zu einer Reduktion der antibiotischen Prophylaxe auf 48 Stunden. Seit 2019 wird eine einmalige Gabe zur antibiotischen Prophylaxe gemäß den aktuellen AWMF-Leitlinien durchgeführt. Grund dafür sind der zunehmende Einfluss des Antibiotic Stewardship sowie der steigenden Bedeutung von Antibiotikaresistenzen.

Aufgrund der hohen Relevanz für diese Studie und für die Klärung der zentralen Fragestellung wurden neben den eingesetzten Antibiotika und der Dauer der antibiotischen Prophylaxe ebenfalls die **postoperativen Wundinfektionen** dokumentiert und eingeteilt.

Zur Einteilung der dokumentierten Wundinfektionen wurden zunächst verschiedene Möglichkeiten aus der Literatur miteinander verglichen.

Eine mögliche Einteilung der postoperativen Wundinfektionen erfolgte durch eine Publikation des Center of Disease Control and Prevention im Jahre 1999, welche bis heute Bestand hat. Hiernach werden die postoperativen Infektionen, welche sich innerhalb der ersten 30 Tage ereignen, je nach Eindringtiefe, in drei Kategorien (postoperative oberflächliche Wundinfektion, postoperative tiefe Wundinfektion und Infektion von Organen und Körperhöhlen) in Bezug auf die Infektionstiefe eingeteilt (Center of Disease Control and Prevention 1999).

Eine weitere Möglichkeit zur Einteilung von Wundinfektionen ist eine Unterteilung in bakterielle Wundinfektionen. Zu unterteilen sind vier Formen der bakteriellen Wundinfektionen, welche anhand der Morphologie sowie der bakteriellen Besiedlung differenziert werden. Zu nennen sind die pyogene, die putride, die anaerobe sowie die bakteriell-toxische Wundinfektion (Schweinitz und Ure 2013).

Da die gängigen Arten zu den Einteilungen postoperativer Wundinfektionen für eine retrospektive Studie und für Cochlea-Implantationen ungeeignet schienen, wurde für die vorliegende Studie eine Einteilung der postoperativen Wundinfektionen in zwei Kategorien vorgenommen. Dazu erfolgte zunächst die Erhebung des **Infektionsortes** sowie der bestehenden Symptome. Beim Auftreten mehrerer Infektionsorte oder Symptome wurden auch diese erfasst. Die Schweregradeinteilung der postoperativen Wundinfektionen wurde anhand des erforderlichen Therapieaufwands vorgenommen. Dieser wurde in eine **ambulante und stationäre Behandlung** unterteilt. Eine ambulante Therapie umfasste die erfolgreiche Behandlung der Wundinfektion durch eine orale Antibiotikatherapie und/oder nicht operative lokale Maßnahmen. Eine stationäre Therapie hingegen erforderte eine mehrtägige intravenöse Antibiotikatherapie, eine operative Wundrevision, die Explantation des Cochlea-Implantats oder eine Kombination dieser Maßnahmen.

Zur Einteilung des Schweregrades wurde die Klassifikation von Basavaraj et al. (Basavaraj et al. 2004) und Hirsch et al. (Hirsch et al. 2007) herangezogen, wobei die Art der Therapie als Orientierung diente. Wundinfektionen, die mit Symptomen wie Rötung, Schwellung, Überwärmung oder Schmerzen einhergingen und ambulant behandelt werden konnten, wurden als **Minorinfektionen** eingestuft. **Majorinfektionen** hingegen zeigten schwerwiegendere Verläufe, die lediglich durch einen stationären Aufenthalt therapiert werden konnten. Dazu zählten insbesondere die intravenöse Antibiotikatherapie, die operative Wundrevision, die Explantation eines Cochlea-Implantats oder eine infektiöse Beteiligung des Nervensystems (Schaumann et al. 2024). Eine Einteilung der Minor- und Majorinfektionen ist in der Tabelle 4 ersichtlich.

Tabelle 4: **Einteilung Minor- und Majorinfektionen nach Schweregrad und entsprechendem Therapieaufwand**

Minorinfektion	Majorinfektion
• Wundinfektionen mit Rötungen, Schwellungen, Überwärmung oder Schmerzen • Therapie durch ambulant orale Antibiotikatherapie und/oder lokale, nicht invasive Therapie	• schwerwiegende Wundinfektionen oder eine infektiöse Beteiligung des Nervensystems • Therapie durch stationäre intravenöse Antibiotikatherapie mit gegebenenfalls operativer Revision und/oder einer Explantation des Implantats oder einer Kombination der oben aufgeführten

Quelle: Eigene Darstellung (modifiziert nach (Basavaraj et al. 2004) und (Hirsch et al. 2007))

Zur zeitlichen Einordnung der postoperativen Wundinfektion wurde der **Zeitpunkt** (0.-28. postoperativer Tag) einer Infektion erfasst. Der Beobachtungszeitraum wurde bis zum 28. postoperativen Tag gewählt, da an diesem planmäßig eine Abschlussuntersuchung vor Eintritt in die Rehabilitation erfolgte. Beim Vorliegen von **Infektionsparameter** (Temperatur, Leukozyten und CRP) wurden auch diese, zur besseren Einordnung der Wundinfektion, erfasst.

Um zudem einen allgemeinen Überblick über weitere postoperative Komplikationen zu erhalten, wurden auch **nicht-infektionsbedingte Komplikationen** erfasst. Zu diesen wurden Übelkeit, Erbrechen, Hämatome, Fazialisparese, Geschmacksstörungen, Tinnitus, Spontan-nystagmen, Kopfschmerzen und Schwindel gezählt. Wie auch bei den postoperativen Wundinfektionen wurden bei den nicht-infektionsbedingten Komplikationen der Zeitpunkt des Auftretens, die ambulante oder stationäre Therapie, die Art der Therapie sowie die Therapiedauer erfasst.

Zur besseren Differenzierung von Schwindelsymptomatiken wurde auch das Bestehen von **präoperativem Schwindel** durch die Aufnahmedokumentation festgehalten. Dies sollte eine bessere Abgrenzbarkeit des neu aufgetretenen postoperativen Schwindels gegenüber dem präoperativen Schwindel ermöglichen. Zudem hielt man die **intraoperative Gabe des Glucocorticoids Solu-Decortin H** (SDH) fest, da diese einen Einfluss auf den postoperativen Schwindel haben könnte.

2.4 Datenerfassung

Um die Daten und Kriterien bestmöglich erfassen zu können, wurde eine Datenmaske (in Kooperation mit der Serrala Group GmbH, Hamburg, Deutschland) entwickelt (Schaumann et al. 2024). Ein Ausschnitt der Datenmaske findet sich im Anhang.

Die Datenmaske diene insbesondere der effizienten, übersichtlichen, zügigen und benutzerfreundlichen Erfassung der Daten. Die Eingabe erfolgte mittels Ankreuz- und Freitextfeld. Die zuvor bestimmten Kriterien je ausgewerteter Akte stellten hierbei die Basis für die Eingabemaske dar. Nach Fertigstellung der Datenerhebung erfolgte die automatische Überführung der Daten in eine Excel-Tabelle, welche als Datenbank der Analyse dient.

Zur weiteren statistischen Aufarbeitung wurde IBM SPSS Statistics (27.0.1) genutzt. Um den Datensatz aus Excel in SPSS überführen zu können, wurde die Excel-Tabelle entsprechend angepasst. Dazu wurden die relevanten Parameter kodiert, um diese anschließend in SPSS einpflegen zu können. Beispielsweise wurde der Parameter „Antibiotikadauer“, wie in Tabelle 5 ersichtlich, kodiert.

Tabelle 5: **Beispiel der Kodierung zur Dauer der perioperativen antibiotischen Prophylaxen**

Dauer der Antibiose	Kodierung
Single-Shot	1
48 Std.	2
≥72 Std.	3
keine Angabe	-99

Std. = Stunde

2.5 Datenanalyse

Die statistische Auswertung erfolgte zunächst mittels Kreuztabellen mit der Unterstützung der statistischen Beratung des Forschungszentrums Jülich. Kreuztabellen oder auch Kontingenztafeln sind Teil der deskriptiven Statistik und werden verwendet, um eine vollständige Darstellung zweier qualitativer Merkmale zu erhalten (Trampisch 2000). Beispiele einer Kreuztabelle finden sich im Anhang.

Folgende Zusammenhänge wurden mittels einer Kreuztabelle dargestellt:

1. Das Auftreten jeglicher Arten von Wundinfektion je nach Antibiotikadauer (Single-Shot, 48 Std. und ≥ 72 Std.)
2. Das Auftreten von Majorinfektionen je nach Antibiotikadauer (Single-Shot, 48 Std. und ≥ 72 Std.)
3. Das Auftreten jeglicher Arten von Wundinfektion je nach präoperativer Medikation (Immunosuppressiva und Blutverdünner)
4. Das Auftreten jeglicher Arten von Wundinfektion bei Vorerkrankungen (Immunsuppression oder Gerinnungsstörung)
5. Das Auftreten jeglicher Arten von Wundinfektion bei Voroperationen am Ohr
6. Das Auftreten jeglicher Arten von Wundinfektion bei Nikotinabusus
7. Das Auftreten jeglicher Arten von Wundinfektion bei chronischem Alkoholkonsum
8. Das Auftreten jeglicher Arten von Wundinfektion je nach Operationstechnik
9. Das Auftreten jeglicher Arten von Wundinfektion je nach Implantathersteller
10. Das Auftreten jeglicher Arten von Wundinfektion je nach Antibiotika-Art
11. Das Auftreten jeglicher Arten von Wundinfektion je nach Alter

Zur weiteren statistischen Berechnung erschien die logistische Regression, bei zwei möglichen Ergebnissen (Wundinfektion/keine Wundinfektion) in den Zielvorgaben, sinnvoll. Mit der logistischen Regression lassen sich binäre Zielvariablen analysieren. Sie wird angewendet, wenn ein Zusammenhang zwischen einer abhängigen binären Variabel und einer oder mehreren unabhängigen Variablen geprüft werden soll. Binär bedeutet, dass die abhängige Variabel nur zwei Ausprägungen hat, z.B. eine variable Wundinfektion, welche folgende Ausprägungen annimmt: 1 für „Ja, hat eine Wundinfektion“ oder 2 für „Nein, hat keine Wundinfektion“. Untersucht wird der Zusammenhang zwischen der Wahrscheinlichkeit, dass die abhängige Variable den Wert 1 annimmt und den unabhängigen Variablen. Es wird somit kein Wert für die abhängige Variable vorhergesagt, sondern eine Wahrscheinlichkeit, dass die abhängige Variable den Wert 1 annimmt (Methodenberatung der Universität Zürich).

Die Berechnung erfolgte über ein statistisches Institut mittels des Statistikprogramms SPSS. Es erfolgten Berechnungen mit den abhängigen Variablen *Wundinfektion* und *keine Wundinfektion*. Als unabhängige Variablen wurden beispielsweise die Dauer der Antibiotikagabe, die Art des Antibiotikums, Vorerkrankungen, Vormedikation, Nikotinkonsum etc. gewählt.

Folgende Berechnungen wurden mittels logistischer Regression durchgeführt:

1. Korrelation zwischen Antibiotikadauer (Single-Shot, 48 Std. und ≥ 72 Std.) und allen untersuchten Wundinfektionen
2. Korrelation zwischen präoperativer Medikation und allen untersuchten Wundinfektionen
3. Korrelation zwischen Vorerkrankungen und allen untersuchten Wundinfektionen
4. Korrelation zwischen Voroperation am Ohr und allen untersuchten Wundinfektionen
5. Korrelation zwischen Nikotinabusus und allen untersuchten Wundinfektionen
6. Korrelation zwischen chronischem Alkoholkonsum und allen untersuchten Wundinfektionen
7. Korrelation zwischen Operationstechnik und allen untersuchten Wundinfektionen
8. Korrelation zwischen Implantathersteller und allen untersuchten Wundinfektionen
9. Korrelation zwischen Antibiotika-Art und allen untersuchten Wundinfektionen
10. Korrelation zwischen Alter und allen untersuchten Wundinfektionen

Die Ergebnisse wurden in eine Excel-Tabelle eingepflegt und erläutert.

Beispiele für die logistische Regression finden sich im Anhang.

Aufgrund der kleinen Stichprobe der Patienten mit Single-Shot-Antibiosen wurde zudem der Fisher's Exact Test zur Berechnung der Signifikanz zwischen der Antibiotikadauer und den Wundinfektionen genutzt. Beim Fisher's Exact Test handelt es sich um ein statistisches Verfahren, welches genutzt wird, um die Unabhängigkeit zwischen zwei kategorialen Variablen zu überprüfen. Der Vorteil gegenüber der logistischen Regression ist, dass keine Anforderungen an die Stichprobengröße bestehen und er somit auch bei sehr kleinen Stichproben und geringen erwarteten Häufigkeiten angewendet werden kann. Im Falle von begrenzten Datenmengen oder einer ungleichmäßigen Verteilung der Daten ist der Fisher's Exact Test besonders geeignet. Der Fisher's Exact Test unterscheidet sich von vielen anderen Signifikanztests, da die exakte Berechnung der Wahrscheinlichkeit für die beobachteten Häufigkeiten unter der Annahme geschieht, dass die Nullhypothese wahr ist (Freie Universität Berlin).

Folgende Berechnungen wurden mittels Fisher's Exact Test durchgeführt:

1. Korrelation zwischen der Dauer der Antibiotikaprophylaxe (Single-Shot und 48 Std.) und allen untersuchten Wundinfektionen
2. Korrelation zwischen der Dauer der Antibiotikaprophylaxe (Single-Shot und ≥ 72 Std.) und allen untersuchten Wundinfektionen

Zur weiteren Überprüfung des Zusammenhangs zwischen der Dauer der Antibiotikaprophylaxe und Wundinfektionen wurde das Cramer's V berechnet.

Dieses dient als Maß für die Stärke des Zusammenhangs zweier kategorialer Variablen und wird auf Basis des Chi-Quadrat-Tests berechnet (Freie Universität Berlin).

Folgende Berechnung wurden mittels Cramer's V durchgeführt:

1. Stärke des Zusammenhangs zwischen der Dauer der Antibiotikaprophylaxe (Single-Shot und 48 Std.) und allen untersuchten Wundinfektionen
2. Stärke des Zusammenhangs zwischen der Dauer der Antibiotikaprophylaxe (Single-Shot und ≥ 72 Std.) und allen untersuchten Wundinfektionen

2.6 Ethikvotum

Diese Studie wurde in Übereinstimmung mit den Grundsätzen der Deklaration von Helsinki durchgeführt. Die Genehmigung wurde von der Ethikkommission der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf (Nr. 2020-920) erteilt.

3 Ergebnisse

3.1 Postoperative Wundinfektionen

Dauer der Antibiotikaprophylaxe

Im Rahmen der 700 untersuchten Patientenakten konnte bei 670 Patienten die Dauer der antibiotischen Prophylaxe eruiert werden. Unter den 670 Patienten waren 498 Erwachsene (74,3%), deren Durchschnittsalter 56,5 Jahre betrug und 172 Kinder (25,7%) mit einem Durchschnittsalter von 5 Jahren. 219 Patienten (44,0%) der Erwachsenen waren männlich und 279 Patienten (56,0%) weiblich. Bei den Kindern waren 94 (55%) männlich und 87 (45%) weiblich. 67 Patienten (10%) erhielten eine Antibiotikaprophylaxe als Single-Shot präoperativ, 158 Patienten (23,6%) über einen Zeitraum von 48 Stunden und 445 Patienten (66,4%) über einen Zeitraum von 72 Stunden oder länger (Schaumann et al. 2024).

Von den 670 Patienten, bei welchen die Dauer der antibiotischen Prophylaxe bestimmt werden konnte, zeigten 64 Patienten (9,6%) eine Wundinfektion. In der Gruppe der Single-

Shot-Antibiotikaprophylaxe zeigten 8 Patienten, in der Gruppe der 48-Stunden-Antibiotikaprophylaxe 17 Patienten und in der Gruppe der Antibiotikaprophylaxe über 72 Stunden oder länger 39 Patienten eine Wundinfektion. Gemessen an der Patientenanzahl der jeweiligen Antibiose-Dauer-Gruppen kam es bei 11,9% der Patienten mit einer Single-Shot-Antibiotikaprophylaxe, bei 10,8% der Patienten mit einer Antibiotikaprophylaxe über 48 Stunden und bei 8,8% der Patienten mit einer Antibiotikaprophylaxe von 72 Stunden oder länger zu einer Wundinfektion (Schaumann et al. 2024). Dies ist in Tabelle 6 ersichtlich.

Tabelle 6: Kreuztabelle zur Dauer der antibiotischen Prophylaxe und Infektionen

Dauer der Antibiose	Infektion in n (%)	Keine Infektion in n (%)	Gesamt in n (%)
Single-Shot	8 (11,9)	59 (88,1)	67 (100)
48 Std.	17 (10,8)	141 (89,2)	158 (100)
≥72 Std.	39 (8,8)	406 (91,2)	445 (100)
Gesamt	64 (9,6)	606 (90,4)	670 (100)

n = Stichprobengröße, Std. = Stunde

Statistisch zeigte sich ein nicht-signifikanter Anstieg des Wundinfektionsrisikos bei den Patienten in den Gruppen, die eine Single-Shot-Antibiotikaprophylaxe (OR 1,41 [95% CI 0,63-3,17], $p = 0,403$) oder eine 48-Stunden-Antibiotikaprophylaxe (OR 1,26 [95% CI 0,69-2,29], $p = 0,459$) erhielten gegenüber den Patienten, die eine Antibiotikaprophylaxe für 72 Stunden oder länger erhielten (Schaumann et al. 2024). Dies ist in Tabelle 7 ersichtlich.

Tabelle 7: Logistische Regression zur Dauer der antibiotischen Prophylaxen und Infektionen

Dauer der Antibiose	B	S.E.	Wald	df	Sig.	OR	95%-KI für OR
Zusammenfassung			1,02	2,00	0,600		
Single-Shot	0,34	0,41	0,70	1,00	0,403	1,41	0,63 - 3,17
48 Std.	0,23	0,31	0,55	1,00	0,459	1,26	0,69 - 2,29
Konstante	-2,34	0,17	195,30	1,00	0,000	0,10	

Std. = Stunde, B = Regressionskoeffizient, S.E. = Standard error (Standardfehler), Wald = Waldtest, df = Degrees of freedom, Sig. = Signifikanzwert, OR = Odds ratio, 95%-KI für OR = 95%-Konfidenzintervall für ein Odds Ratio

Auch unter Verwendung des Fisher's Exact Tests ergab sich kein statistisch signifikanter Unterschied bei den Wundinfektionsraten zwischen einer Single-Shot-Antibiotikaprophylaxe mit 11,9% Wundinfektionen im Vergleich zu einer 48-Stunden-Antibiotikaprophylaxe mit 10,8% Wundinfektionen ($p = 0,82$) und einer Antibiotikaprophylaxe über 72 Stunden oder länger mit 8,8% Wundinfektionen ($p = 0,37$).

Auch die Ergebnisse des Cramer's V zwischen den Gruppen der Single-Shot-Antibiotikaprophylaxe und der 48-Stunden-Antibiotikaprophylaxe (Cramer's V = 0,02) sowie der

Antibiotikaphylaxe über 72 Stunden oder länger (Cramer's $V = 0,04$) zeigten eine nur sehr schwache Assoziation zwischen den beiden Variablen (Schaumann et al. 2024).

Dauer der Antibiotikaphylaxe bei Kindern

Von den 670 Patienten, bei denen die Dauer der antibiotischen Prophylaxe eruiert werden konnte, waren 172 Kinder. 7 Kinder (4,1%) erhielten eine Single-Shot-Antibiotikaphylaxe, 27 Kinder (15,7%) eine Antibiotikaphylaxe über 48 Stunden und 138 Kinder (80,2%) über 72 Stunden oder länger. Gemessen an der Patientenzahl der jeweiligen Antibiose-Dauer-Gruppen kam es zu keiner postoperativen Wundinfektion bei den Kindern mit einer Single-Shot-Antibiotikaphylaxe, zu 11,1% postoperativen Wundinfektionen bei den Kindern mit einer Antibiotikaphylaxe über 48 Stunden und zu 9,4% postoperativen Wundinfektionen bei den Kindern mit einer Antibiotikaphylaxe über 72 Stunden oder länger (Schaumann et al. 2024). Dies ist in Tabelle 8 ersichtlich.

Tabelle 8: Kreuztabelle zur Dauer der antibiotischen Prophylaxe und Infektionen bei Kindern

Dauer der Antibiose (Kinder)	Infektion in n (%)	Keine Infektion in n (%)	Gesamt in n (%)
Single-Shot	0 (0,0)	7 (100)	7(100)
48 Std.	3(11,1)	24 (88,9)	27 (100)
≥72 Std.	13 (9,4)	125(90,6)	138 (100)
Gesamt	16 (9,3)	156 (90,7)	172 (100)

n = Stichprobengröße, Std. = Stunde

Es zeigte sich, gegenüber den Patienten, die eine Antibiotikaphylaxe für 72 Stunden oder länger erhielten, keine statistisch signifikante Häufung von Wundinfektionen bei den Patienten in den Gruppen, die eine Single-Shot-Antibiotikaphylaxe (OR 0,0 [95% CI 0,0-N/A], $p = 0,999$) oder eine 48-Stunden-Antibiotikaphylaxe (OR 1,2 [95% CI 0,32-4,54], $p = 0,786$) erhielten. Dies ist in Tabelle 9 ersichtlich.

Tabelle 9: Logistische Regression zur Dauer der antibiotischen Prophylaxen und Infektionen bei Kindern

Dauer der Antibiose (Kinder)	B	S.E.	Wald	df	Sig.	OR	95%-KI für OR
Zusammenfassung			0,07	2,00	0,964		
Single-Shot	-18,94	15.191,51	0,00	1,00	0,999	0,00	0
48 Std.	0,18	0,68	0,07	1,00	0,786	1,20	0,32 - 4,54
Konstante	-2,26	0,29	60,32	1,00	0,000	0,10	

Std. = Stunde, B = Regressionskoeffizient, S.E. = Standard error (Standardfehler), Wald = Waldtest, df = Degrees of freedom, Sig. = Signifikanzwert, OR = Odds ratio, 95%-KI für OR = 95%-Konfidenzintervall für ein Odds Ratio, N/A = not available (nicht verfügbar),

Minor- und Majorinfektionen

Von den 670 Patienten, bei welchen die Dauer der antibiotischen Prophylaxe bestimmt werden konnte, kam es bei 53 Patienten (7,9%) zu einer Minorinfektion und bei 11 Patienten (1,6%) zu einer Majorinfektion. Von den 67 Patienten, die eine Single-Shot-Antibiotikaprophylaxe erhielten, zeigten 5 Patienten (7,5%) eine Minorinfektion und 3 Patienten (4,5%) eine Majorinfektion. Von den 158 Patienten, die eine über 48-Stunden-Antibiotikaprophylaxe erhielten, zeigten 17 Patienten (10,8%) eine Minorinfektion und kein Patient eine Majorinfektion. Von den 445 Patienten, die eine Antibiotikaprophylaxe von 72 Stunden oder länger erhielten, zeigten 31 Patienten (7,0%) eine Minorinfektion und 8 Patienten (1,8%) eine Majorinfektion (Schaumann et al. 2024). Dies ist in Abbildung 2 ersichtlich.

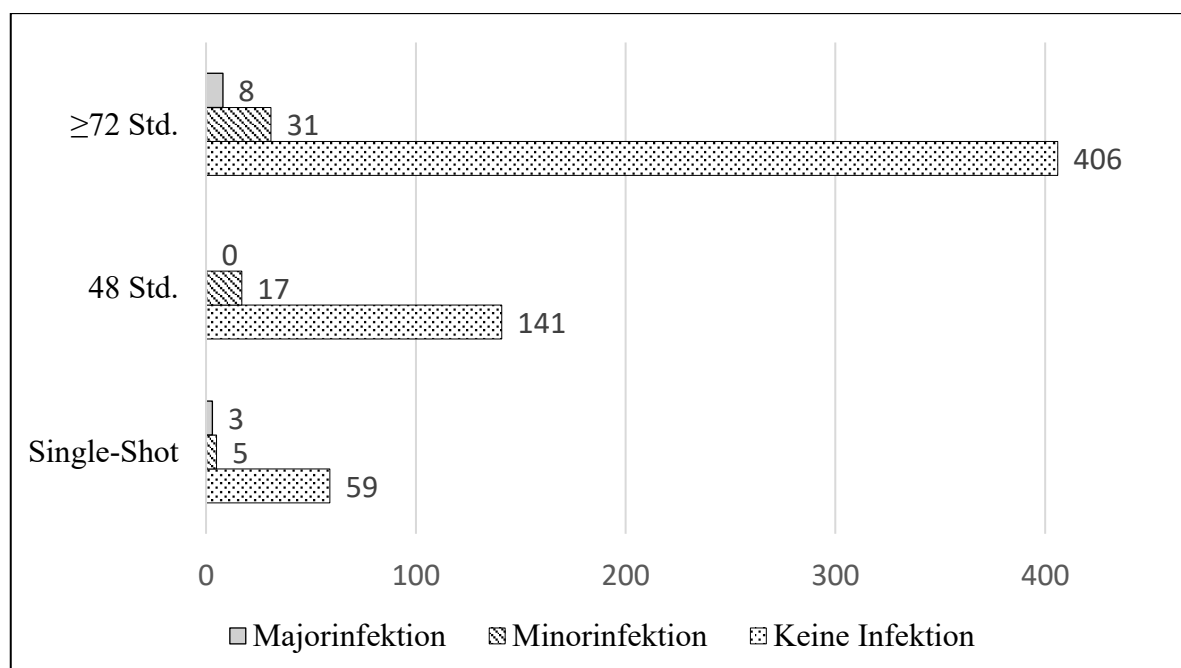


Abb. 2: Major- und Minorinfektionen nach Dauer der perioperativen antibiotischen Prophylaxen
Std. = Stunde

Tabelle 10 zeigt die Kreuztabelle zu den jeweiligen Dauern der antibiotischen Prophylaxe und dem Auftreten von Majorinfektionen.

Tabelle 10: Kreuztabelle zur Dauer der Antibiotikaprophylaxe und den Majorinfektionen

Dauer der Antibiose	Majorinfektion in n (%)	Keine Majorinfektion in n (%)	Gesamt in n (%)
Single-Shot	3 (4,5)	64 (95,5)	67 (100)
48 Std.	0 (0)	158 (100)	158 (100)
≥72 Std.	8 (1,8)	437 (98,2)	445 (100)
Gesamt	11 (1,6)	659 (98,4)	670 (100)

n = Stichprobengröße, Std. = Stunde

Bei den Männern zeigten drei Patienten und bei den Frauen acht Patientinnen eine Majorinfektion. Die Majorinfektionen zeigten sich in verschiedenen Ausprägungen. Vier Patienten zeigten das klassische Bild einer Surgical Site Infection (SSI) mit Rötung und Schwellung der Operationsstelle, drei Patienten eine Wunddehiszenz, und ein Patient ein Serom. Bei zwei Patienten kam es zu einem superinfizierten Hämatom, eins davon bei einem dreijährigen Patienten. Dieser entwickelte am siebten postoperativen Tag eine Schwellung und Rötung an der Implantatstelle. Ein einjähriger Patient zeigte am fünften postoperativen Tag nach der Entlassung ein neu aufgetretenes unklares Fieber. Es gab jedoch keine klinischen Anzeichen einer Wundinfektion. Bei allen Patienten erfolgte bei diesen Patienten ein stationärer Aufenthalt mit einer intravenösen Antibiotikatherapie, welche bei sieben der elf Patienten zu einer vollständigen Remission der Infektion führte. Bei vier Patienten zeigte sich die initiale antibiotische Therapie als frustan. Es erfolgte eine chirurgische Wundrevision mit zusätzlicher Verlängerung der antibiotischen Therapie (Schaumann et al. 2024).

Bei zwei der vier Patienten konnte, anhand der elektronischen Akte, ein Erregernachweis ermittelt werden. In einem Fall handelte es sich um *Staphylococcus aureus* und in dem anderen Fall um *Pseudomonas aeruginosa*. Bei der Wundinfektion durch dem *Pseudomonas aeruginosa* kam es trotz initialer Besserung im weiteren Verlauf zu rezidivierenden Infektionen, sodass es nach vier Monaten schließlich zu einer Explantation des Cochlea-Implantates kam (Schaumann et al. 2024). Tabelle 11 zeigt eine Übersicht über die Majorinfektionen.

Tabelle 11: Übersicht der Majorinfektionen mit der Darstellung von Geschlecht, Alter, Antibiosedauer, postoperativer Tag der Wundinfektion, Art der Infektion und der entsprechenden Therapie

Nr.	Geschlecht	Alter in Jahren	Antibiose- dauer	Post-ope- rativer Tag	Art der Infektion	Therapie
1	w	1	≥72 Std.	5	postoperatives Fieber	i.v. Antibiose
2	w	3	≥72 Std.	7	chirurgische Wundinfektion	i.v. Antibiose, Revision
3	w	78	Single-Shot	7	chirurgische Wundinfektion	i.v. Antibiose
4	w	81	Single-Shot	2	chirurgische Wundinfektion	i.v. Antibiose
5	w	70	Single-Shot	20	Wunddehiszenz	i.v. Antibiose, Revision
6	w	38	≥72 Std.	3	Serom	i.v. Antibiose
7	m	62	≥72 Std.	4	Hämatom	i.v. Antibiose
8	w	47	≥72 Std.	2	chirurgische Wundinfektion	i.v. Antibiose
9	w	78	≥72 Std.	9	Wunddehiszenz	i.v. Antibiose
10	m	46	≥72 Std.	6	Wunddehiszenz	i.v. Antibiose, Revision
11	m	68	≥72 Std.	20	chirurgische Wundinfektion	i.v. Antibiose, Revision, Explantation nach 4 Monaten

Quelle: eigene Darstellung (modifiziert nach Schaumann et al. 2024)

w = weiblich, m = männlich, i.v. = intravenös, Std. = Stunden. Nr. = Nummer

Art des Antibiotikums

Im untersuchten Zeitraum wurden vier verschiedene Antibiotika aus drei Antibiotikagruppen (Cephalosporine, Penicilline, Lincosamide) eingesetzt.

307 Patienten (45,1%) erhielten Cefuroxim, 115 Patienten (16,9%) Cefazolin, 26 Patienten (3,8%) Clindamycin und 23 Patienten (3,4%) Ampicillin/Sulbactam. 209 Patienten (30,8%) erhielten verschiedene Kombinationen aus den genannten Antibiotika.

Von den 700 untersuchten Patientenakten konnte bei 680 Patienten die Art des Antibiotikums eruiert werden. Von den insgesamt 680 Patienten, bei denen die Art des Antibiotikums bestimmt werden konnte, kam es bei 66 Patienten (9,7%) zu Wundinfektionen. In der Gruppe der Patienten, die Ampicillin/Sulbactam erhielten, zeigte einer von 23 Patienten (4,3%), in der Gruppe der Patienten, die Cefuroxim erhielten, zeigten 37 von 307 Patienten (12,1%), in der Gruppe der Patienten, die Cefazolin erhielten, zeigten 9 von 115 Patienten (7,8%), in der Gruppe der Patienten, die Clindamycin erhielten, zeigten 2 von 26 Patienten

(7,7%) und in der Gruppe der Patienten, bei denen die Antibiotika kombiniert wurden, zeigten 17 von 209 Patienten (8,1%) eine Wundinfektion. Dies ist in Tabelle 12 ersichtlich.

Tabelle 12: **Kreuztabelle zur Antibiotika-Art und Wundinfektionen**

Wahl des Antibiotikums	Infektion in n (%)	Keine Infektion in n (%)	Gesamt in n (%)
Ampicillin/Sulbactam	1 (4,3)	22 (95,7)	23 (100)
Cefuroxim	37 (12,1)	270 (87,9)	307 (100)
Cefazolin	9 (7,8)	106 (92,2)	115 (100)
Clindamycin	2 (7,7)	24 (92,3)	26 (100)
Sonstige	17 (8,1)	192 (91,9)	209 (100)
Gesamt	66 (9,7)	614 (90,3)	680 (100)

n = Stichprobengröße

Statistisch zeigte sich ein nicht-signifikanter Anstieg des Infektionsrisikos bei den Patienten in den Gruppen die Cefuroxim (OR 3,01 [95% CI 0,39-23,03] p = 0,287), Cefazolin (OR 1,87 [95% CI 0,23-5,51] p = 0,563), Clindamycin (OR 1,83 [95% CI 0,16-21,66] p = 0,630) oder eine Kombination aus diesen (OR 1,95 [95% CI 0,25-15,35] p = 0,527) erhielten gegenüber der Gruppe, die Ampicillin/Sulbactam erhielt. Dies ist in Tabelle 13 ersichtlich.

Tabelle 13: **Logistische Regression zur Antibiotika-Art und Wundinfektionen**

Wahl des Antibiotikums	B	S.E.	Wald	df	Sig.	OR	95%-KI für OR
Zusammenfassung			3,75	4,00	0,441		
Cefuroxim	1,10	1,04	1,13	1,00	0,287	3,01	0,39 - 23,03
Cefazolin	0,62	1,08	0,33	1,00	0,563	1,87	0,23 - 15,51
Clindamycin	0,61	1,26	0,23	1,00	0,630	1,83	0,16 - 21,66
Sonstige	0,67	1,05	0,40	1,00	0,527	1,95	0,25 - 15,35
Konstante	-3,09	1,02	9,14	1,00	0,003	0,05	

B = Regressionskoeffizient, S.E. = Standard error (Standardfehler), Wald = Waldtest,

df = Degrees of freedom, Sig. = Signifikanzwert, OR = Odds ratio, 95%-KI für OR = 95%-Konfidenzintervall für ein Odds Ratio

Operativer Zugang zur Cochlea

Von den 700 untersuchten Patientenakten konnte bei 651 Patienten die Art des operativen Zugangs zur Cochlea eruiert werden. Bei 511 Patienten (78,5%) erfolgte der Zugang zur Cochlea per Cochleostomie und bei 140 Patienten (21,5%) per Rundfensterzugang. Von den insgesamt 651 Patienten kam es bei 63 Patienten (9,7%) zu Wundinfektionen. In der Patientengruppe, die eine Cochleostomie erhielten, zeigten 46 von 511 Patienten (9,0%) und in der Patientengruppe, die einen Rundfensterzugang erhielten, zeigten 17 von 140 Patienten (12,1%) eine Wundinfektion. Dies ist in Tabelle 14 ersichtlich.

Tabelle 14: Kreuztabelle zum operativen Zugang zur Cochlea und Wundinfektionen

OP-Technik	Infektion in n (%)	Keine Infektion in n (%)	Gesamt in n (%)
Cochleostomie	46 (9)	465 (91)	511 (100)
Rundfensterzugang	17 (12,1)	123 (87,9)	140 (100)
Gesamt	63 (9,7)	588 (90,3)	651 (100)

n = Stichprobengröße

Auch hier zeigte sich keine statistisch signifikante Häufung von Wundinfektionen bei den Patienten, die mit einem Rundfensterzugang (OR 1,40 [95% CI 0,77-2,52] $p = 0,267$) versorgt wurden gegenüber denen mit einer Cochleostomie. Dies ist in Tabelle 15 ersichtlich.

Tabelle 15: Logistische Regression zum operativen Zugang zur Cochlea und Wundinfektionen

OP-Technik	B	S.E.	Wald	df	Sig.	OR	95%-KI für OR
Rundfensterzugang	0,33	0,30	1,23	1,00	0,267	1,40	0,77 - 2,52
Konstante	-2,31	0,15	224,02	1,00	0,000	0,10	

B = Regressionskoeffizient, S.E. = Standard error (Standardfehler), Wald = Waldtest,

df = Degrees of freedom, Sig. = Signifikanzwert, OR = Odds ratio, 95%-KI für OR = 95%-Konfidenzintervall für ein Odds Ratio

Implantathersteller

Von den 700 untersuchten Patientenakten konnte bei 699 Patienten der Implantathersteller eruiert werden. Von den insgesamt 699 Patienten, bei denen der Implantathersteller bestimmt werden konnte, kam es bei 66 Patienten (9,4%) zu Wundinfektionen. In der Gruppe, die ein Cochlea-Implantat von Advanced Bionics (AB) erhielt, zeigten 4 von 39 Patienten (10,3%), in der Gruppe, die ein Cochlea-Implantat von Cochlear erhielt, zeigten 38 von 407 Patienten (9,3%), in der Gruppe, die ein Cochlea-Implantat von Med El erhielt, zeigten 23 von 249 Patienten (9,2%) und in der Gruppe, die ein Cochlea-Implantat von Oticon erhielt, zeigte einer von 4 Patienten (25%) eine Wundinfektion. Dies ist in Tabelle 16 ersichtlich.

Tabelle 16: Kreuztabelle zu den Implantatherstellern und Wundinfektionen

Implantathersteller	Infektion in n (%)	Keine Infektion in n (%)	Gesamt in n (%)
AB	4 (10,3)	35 (89,7)	39 (100)
Cochlear	38 (9,3)	369 (90,7)	407 (100)
Med El	23 (9,2)	226 (90,8)	249 (100)
Oticon	1 (25)	3 (75)	4 (100)
Gesamt	66 (9,4)	633 (90,6)	699 (100)

n = Stichprobengröße

Bei den Implantatherstellern zeigte sich keine statistisch signifikante Häufung des Infektionsrisikos bei den Patienten mit einem Cochlea-Implantat der Firmen Cochlear (OR 0,90 [95% CI 0,30-2,67] $p = 0,851$), Med El (OR 0,89 [95% CI 0,29-2,73] $p = 0,839$) oder Oticon (OR 2,92 [95% CI 0,24-35,12] $p = 0,399$) gegenüber denen mit einem Cochlea-Implantat der Firma Advanced Bionics. Dies ist in Tabelle 17 ersichtlich.

Tabelle 17: Logistische Regression zum Implantathersteller und Wundinfektionen

Implantathersteller	B	S.E.	Wald	df	Sig.	OR	95%-KI für OR
Zusammenfassung			1,06	3,00	0,787		
Cochlear	-0,10	0,55	0,04	1,00	0,851	0,90	0,30 - 2,67
Med El	-0,12	0,57	0,04	1,00	0,839	0,89	0,29 - 2,73
Oticon	1,07	1,27	0,71	1,00	0,399	2,92	0,24 - 35,12
Konstante	-2,17	0,53	16,89	1,00	0,000	0,11	

B = Regressionskoeffizient, S.E. = Standard error (Standardfehler), Wald = Waldtest,

df = Degrees of freedom, Sig. = Signifikanzwert, OR = Odds ratio, 95%-KI für OR = 95%-Konfidenzintervall für ein Odds Ratio

Voroperationen

Ob ein Patient im Vorfeld der Cochlea-Implantation eine Voroperation am Ohr hatte oder nicht, konnte bei 700 Patienten eruiert werden. Insgesamt kam es bei 66 der 700 Patienten (9,4%) zu Wundinfektionen. In der Gruppe der Patienten, die eine Voroperation erhielten, zeigten 13 von 132 Patienten (9,8%) und in der Gruppe der Patienten, die keine Voroperationen am Ohr hatten, zeigten 53 von 568 Patienten (9,3%) eine Wundinfektion. Dies ist in Tabelle 18 ersichtlich.

Tabelle 18: Kreuztabelle zu Voroperationen am Ohr und Wundinfektionen

Voroperation	Infektion in n (%)	Keine Infektion in n (%)	Gesamt in n (%)
Ja	13 (9,8)	119 (90,2)	132 (100)
Nein	53 (9,3)	515 (90,7)	568 (100)
Gesamt	66 (9,4)	634 (90,6)	700 (100)

n = Stichprobengröße

Bei Patienten mit vorangegangener Ohroperation (OR 1,06 [95% CI 0,56-2,01], $p = 0,855$) zeigte sich keine statistisch signifikante Häufung von Wundinfektionen im Vergleich zu Patienten ohne diesen Risikofaktor (Schaumann et al. 2024). Dies ist in Tabelle 19 ersichtlich.

Tabelle 19: **Logistische Regression zu Voroperationen am Ohr und Wundinfektionen**

Risikofaktor	B	S.E.	Wald	df	Sig.	OR	95%-KI für OR
Voroperation	0,06	0,33	0,03	1,00	0,855	1,06	0,56 - 2,01
Konstante	-2,27	0,14	248,47	1,00	0,000	0,10	

B = Regressionskoeffizient, S.E. = Standard error (Standardfehler), Wald = Waldtest, df = Degrees of freedom, Sig. = Signifikanzwert, OR = Odds ratio, 95%-KI für OR = 95%-Konfidenzintervall für ein Odds Ratio

Vorerkrankungen

Bei 700 Patienten konnte eruiert werden, ob diese an einer Vorerkrankung leiden, die sich gegebenenfalls negativ auf die postoperative Wundheilung sowie die Immunabwehr auswirkt. 639 Patienten (91,3%) gaben an, keine relevanten Vorerkrankungen zu haben und 61 Patienten (8,7%) gaben an, unter einer entsprechenden Vorerkrankung zu leiden. Insgesamt kam es bei 66 der 700 Patienten (9,4%) zu Wundinfektionen. In der Gruppe, die solch eine Vorerkrankung hatten, zeigten 4 von 61 Patienten (6,6%) und in der Gruppe, die solch eine Vorerkrankung nicht hatten, zeigten 62 von 639 Patienten (9,7%) eine Wundinfektion. Dies ist in Tabelle 20 ersichtlich.

Tabelle 20: **Logistische Regression zu Voroperationen am Ohr und Wundinfektionen**

Vorerkrankung	Infektion in n (%)	Keine Infektion in n (%)	Gesamt in n (%)
ja	4 (6,6)	57 (93,4)	61 (100)
nein	62 (9,7)	577 (90,3)	639 (100)
Gesamt	66 (9,4)	634 (90,6)	700 (100)

n = Stichprobengröße

Bei Patienten mit Vorerkrankungen (OR 0,65 [95% CI 0,23-1,86], p = 0,425) zeigte sich keine statistisch signifikante Häufung von Wundinfektionen im Vergleich zu Patienten ohne diese Risikofaktoren (Schaumann et al. 2024). Dies ist in Tabelle 21 ersichtlich.

Tabelle 21: **Logistische Regression zu Vorerkrankungen und Wundinfektionen**

Risikofaktor	B	S.E.	Wald	df	Sig.	OR	95%-KI für OR
Vorerkrankung	-0,43	0,53	0,64	1,00	0,425	0,65	0,23 - 1,86
Konstante	-2,23	0,13	278,58	1,00	0,000	0,11	

B = Regressionskoeffizient, S.E. = Standard error (Standardfehler), Wald = Waldtest, df = Degrees of freedom, Sig. = Signifikanzwert, OR = Odds ratio, 95%-KI für OR = 95%-Konfidenzintervall für ein Odds Ratio

Medikamente

Bei allen 700 Patienten konnte eruiert werden, ob diese regelmäßig Medikamente einnehmen, die sich negativ auf die Immunabwehr oder die Blutgerinnung auswirken können. Insgesamt kam es bei 66 der 700 Patienten (9,4%) zu Wundinfektionen. In der Gruppe, die solche Medikamente nicht einnahmen, zeigten 55 von 591 Patienten (9,3%), in der Gruppe, die immunsupprimierende Medikamente einnahmen, zeigte einer von 13 Patienten (7,7%) und in der Gruppe, die blutverdünnende Medikamente einnahmen, zeigten 10 von 96 Patienten (10,4%) eine Wundinfektion. Dies ist in Tabelle 22 ersichtlich.

Tabelle 22: Kreuztabelle zu Medikamenten und Wundinfektionen

Medikamentengruppe	Infektion in n (%)	Keine Infektion in n (%)	Gesamt in n (%)
Blutverdünner	10 (10,4)	86 (89,6)	96 (100)
Immunsuppressiva	1 (7,7)	12 (92,3)	13 (100)
keine	55 (9,3%)	536 (90,7)	591 (100)
Gesamt	66 (9,4)	634 (90,6)	700 (100)

n = Stichprobengröße

Bei Patienten, die immunsuppressive- (OR 0,81 [95% CI 0,10-6,36], $p = 0,843$) (Schaumann et al. 2024) oder gerinnungshemmenden Medikamente (OR 1,13 [95% CI 0,56-2,31], $p = 0,730$) einnahmen, zeigte sich keine statistisch signifikante Häufung von Wundinfektionen im Vergleich zu Patienten ohne diese Risikofaktoren. Dies ist in Tabelle 23 ersichtlich.

Tabelle 23: Logistische Regression zu Medikamenten und Wundinfektionen

Medikamentengruppe	B	S.E.	Wald	df	Sig.	OR	95%-KI für OR
Zusammenfassung			0,17	2,00	0,921		
Blutverdünner	0,13	0,36	0,12	1,00	0,730	1,13	0,56 - 2,31
Immunsuppressiva	-0,21	1,05	0,04	1,00	0,843	0,81	0,10 - 6,36
Konstante	-2,28	0,14	258,58	1,00	0,000	0,10	

B = Regressionskoeffizient, S.E. = Standard error (Standardfehler), Wald = Waldtest,

df = Degrees of freedom, Sig. = Signifikanzwert, OR = Odds ratio, 95%-KI für OR = 95%-Konfidenzintervall für ein Odds Ratio

Suchtmittel

Bei 700 Patienten konnte eruiert werden, ob diese chronisch Alkohol oder Nikotin konsumieren. In der Gruppe, die regelmäßig Alkohol konsumierten, zeigten 4 von 30 Patienten (13,3%) und in der Gruppe, die nicht regelmäßig Alkohol konsumierte, zeigten 62 von 670 Patienten (9,3%) eine Wundinfektion. Dies ist in Tabelle 24 ersichtlich.

Tabelle 24: **Kreuztabelle zum chronischen Alkoholabusus und Wundinfektionen**

Chronischer Alkoholabusus	Infektion in n (%)	Keine Infektion in n (%)	Gesamt in n (%)
ja	4 (13,3)	26 (86,7)	30 (100)
nein	62 (9,3)	608 (90,7)	670 (100)
Gesamt	66 (9,4)	634 (90,6)	700 (100)

n = Stichprobengröße

In der Gruppe, die regelmäßig Nikotin konsumierte, zeigten 5 von 99 Patienten (5,1%) und in der Gruppe, die nicht regelmäßig Nikotin konsumierte, zeigten 61 von 601 Patienten (10,1%) eine Wundinfektion. Dies ist in Tabelle 25 ersichtlich.

Tabelle 25: **Kreuztabelle zum Nikotinabusus und Wundinfektionen**

Nikotinabusus	Infektion in n (%)	Keine Infektion in n (%)	Gesamt in n (%)
ja	5 (5,1)	94 (94,9)	99 (100)
nein	61 (10,1)	540 (89,9)	601 (100)
Gesamt	66 (9,4)	634 (90,6)	700 (100)

n = Stichprobengröße

Auch bei den Suchtmitteln, welche sich negativ auf die Wundheilung auswirken können, zeigte sich keine statistisch signifikante Häufung von Wundinfektionen bei Patienten mit chronischem Alkoholabusus (OR 1,51 [95% CI 0,51-4,46], $p = 0,457$) und/oder Nikotinabusus (OR 0,47 [95% CI 0,18-1,20], $p = 0,115$) im Vergleich zu Patienten ohne diese Risikofaktoren. Dies ist in den Tabellen 26 und 27 ersichtlich.

Tabelle 26: **Logistische Regression zum chronischen Alkoholabusus und Wundinfektionen**

Risikofaktor	B	S.E.	Wald	df	Sig.	OR	95%-KI für OR
Chronischer Alkohola- busus	0,41	0,55	0,55	1,00	0,457	1,51	0,51 - 4,46
Konstante	-2,28	0,13	293,26	1,00	0,000	0,10	

B = Regressionskoeffizient, S.E. = Standard error (Standardfehler), Wald = Waldtest, df = Degrees of freedom, Sig. = Signifikanzwert, OR = Odds ratio, 95%-KI für OR = 95%-Konfidenzintervall für ein Odds Ratio

Tabelle 27: **Logistische Regression zum Nikotinabusus und Wundinfektionen**

Risikofaktor	B	S.E.	Wald	df	Sig.	OR	95%-KI für OR
Nikotinkonsum	-0,75	0,48	2,48	1,00	0,115	0,47	0,18 - 1,20
Konstante	-2,18	0,14	260,64	1,00	0,000	0,11	

B = Regressionskoeffizient, S.E. = Standard error (Standardfehler), Wald = Waldtest, df = Degrees of freedom, Sig. = Signifikanzwert, OR = Odds ratio, 95%-KI für OR = 95%-Konfidenzintervall für ein Odds Ratio

Lebensalter

Das Lebensalter zum Zeitpunkt der Operation konnten bei 700 Patienten eruiert werden.

Zum einen wurden Kinder und Jugendliche mit Erwachsenen verglichen, zum anderen wurde das Lebensalter, zum Vergleich der Senioren mit den anderen Altersgruppen, in drei Gruppen (< 18 Jahre, 18–65 Jahre und >65 Jahre) eingeteilt.

In der Gruppe der Kinder und Jugendlichen traten bei 16 von 184 Patienten (8,7%) (Schaumann et al. 2024) und bei den Erwachsenen bei 50 von 516 Patienten (9,7%) Wundinfektionen auf. Dies zeigt Tabelle 28.

Tabelle 28: Kreuztabelle zu Kindern/Jugendlichen/Erwachsenen und Wundinfektionen

Alter	Infektion in n (%)	Keine Infektion in n (%)	Gesamt in n (%)
Alter <18 Jahre	16 (8,7)	168 (91,3)	184 (100)
Alter >18 Jahre	50 (9,7)	466 (90,3)	516 (100)
Gesamt	66 (9,4)	634 (90,6)	700 (100)

n = Stichprobengröße

In der Gruppe der Erwachsenen zwischen 18 und 65 Jahren traten bei 29 von 339 Patienten (8,6%) und in der Gruppe der Erwachsenen über 65 Jahren traten bei 21 von 177 Patienten (11,9%) Wundinfektionen auf. Dies ist in Tabelle 29 ersichtlich.

Tabelle 29: Kreuztabelle zu den verschiedenen Altersgruppen und Wundinfektionen

Altersgruppe	Infektion in n (%)	Keine Infektion in n (%)	Gesamt in n (%)
<18 Jahre	16 (8,7)	168 (91,3)	184 (100)
18–65 Jahre	29 (8,6)	310 (91,4)	339 (100)
>65 Jahre	21 (11,9)	156 (88,1)	177 (100)
Gesamt	66 (9,4)	634 (90,6)	700 (100)

n = Stichprobengröße

Ein statistisch signifikant erhöhtes Infektionsrisiko bei Kindern im Vergleich zu Erwachsenen konnte in den ausgewerteten Daten nicht festgestellt werden (OR 0,89 [95% CI 0,49-1,60], p = 0,692) (Schaumann et al. 2024). Dies zeigt Tabelle 30.

Tabelle 30: Logistische Regression zu Kindern/Jugendlichen/Erwachsenen und Wundinfektionen

Risikofaktor	B	S.E.	Wald	df	Sig.	OR	95%-KI für OR
Alter <18 Jahre	-0,12	0,30	0,16	1,00	0,692	0,89	0,49 - 1,60
Konstante	-2,23	0,15	224,99	1,00	0,000	0,11	

B = Regressionskoeffizient, S.E. = Standard error (Standardfehler), Wald = Waldtest,

df = Degrees of freedom, Sig. = Signifikanzwert, OR = Odds ratio, 95%-KI für OR = 95%-Konfidenzintervall für ein Odds Ratio

Ebenfalls zeigte sich im Vergleich zu Kindern und Jugendlichen keine statistisch signifikante Häufung von Wundinfektionen, weder bei den Patienten zwischen 18 und 65 Jahren (OR 0,98 [95% CI 0,52-1,86], $p = 0,956$), noch bei den Patienten über 65 Jahren (OR 1,41 [95% CI 0,71-2,81], $p = 0,323$). Dies ist in Tabelle 31 ersichtlich.

Tabelle 31: Logistische Regression zu den verschiedenen Altersgruppen und Wundinfektionen

Alter	B	S.E.	Wald	df	Sig.	OR	95%-KI für OR
Zusammenfassung			1,64	2,00	0,442		
18–65 Jahre	-0,02	0,33	0,00	1,00	0,956	0,98	0,52 - 1,86
>65 Jahre	0,35	0,35	0,98	1,00	0,323	1,41	0,71 - 2,81
Konstante	-2,35	0,26	80,77	1,00	0,000	0,10	

B = Regressionskoeffizient, S.E. = Standard error (Standardfehler), Wald = Waldtest, df = Degrees of freedom, Sig. = Signifikanzwert, OR = Odds ratio, 95%-KI für OR = 95%-Konfidenzintervall für ein Odds Ratio

3.2 Nicht-infektionsbedingte postoperative Komplikationen

Neben den postoperativen Wundinfektionen konnten, bei der Untersuchung der 700 Patientenakten, weitere operationsassoziierte Komplikationen eruiert werden. Die am häufigsten auftretende Komplikation stellte der Schwindel dar.

In 121 Fällen (17,3%) klagten die Patienten über postoperativen Schwindel. Bei diesen Patienten erfolgte eine stationäre Überwachung und eine entsprechende medikamentöse Therapie mit Prednisolon in Form von Solu-Decortin H (SDH). 78 Patienten (11,1%) gaben postoperative Schmerzen an. Auch hier erfolgten eine stationäre Überwachung sowie eine medikamentöse Therapie mit Analgetika. Im Rahmen des operativen Eingriffes kam es in 56 Fällen (8%) zu einem Hämatom im Bereich des Operationsfeldes. Bei 53 Patienten bildete sich das Hämatom durch eine lokale Therapie, z.B. Kühlung, zurück. Drei Patienten erhielten aufgrund eines andauernden Hämatoms eine chirurgische Hämatomausräumung. In 16 Fällen (2,3%) klagten die Patienten über einen postoperativen Tinnitus. Zur Therapie erfolgten eine stationäre Überwachung sowie eine medikamentöse Infusionstherapie mit Glucocorticoiden. Drei Patienten zeigten einen Tinnitus außerhalb des definierten Studienzeitraumes, wobei einer der Patienten bereits präoperativ einen Tinnitus angab. Vier Patienten (0,6%) zeigten eine Fazialisschwäche, jedoch im Sinne einer Spätparese, welche allerdings nicht auf eine direkte Schädigung des N. facialis zurückzuführen war, sondern am ehesten auf eine mit der Operation verbundene Umgebungsreaktion, wie beispielsweise eine Schwellung oder ein Hämatom. Bei allen vier Patienten wurde in den Akten eine Restitutio im Verlauf beschrieben. Abbildung 3 stellt diese Komplikationen dar.

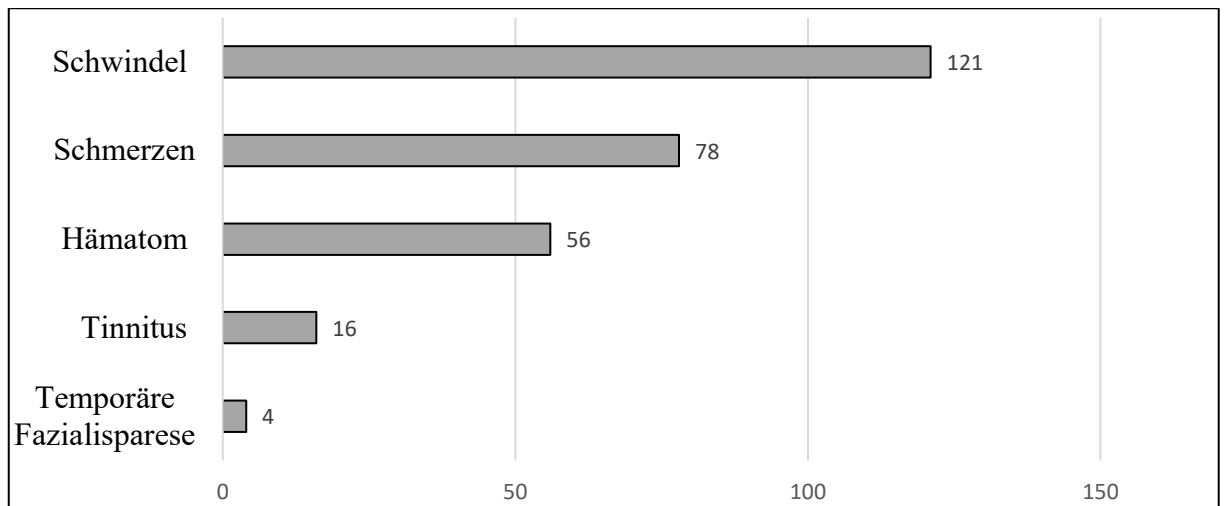


Abb. 3: Arten der nichtinfektionsbedingten Komplikationen sowie die Anzahl ihres jeweiligen Auftretens

4 Diskussion

Anhand der Datenanalyse von 700 Patientenakten konnte bei 670 Patienten die unterschiedliche Antibiotikaphylaxe (Single-Shot, 48 Stunden und 72 Stunden oder länger) hinsichtlich ihrer Auswirkung auf postoperative Wundinfektionen nach Cochlea-Implantation untersucht werden. Insbesondere wurde geprüft, ob eine einmalige Antibiotikagabe (Single-Shot-Antibiotikaphylaxe) das Risiko von Wundinfektionen gleichermaßen minimiert, wie eine längere postoperative Antibiotikagabe (48 Stunden, 72 Stunden oder länger). Die vorliegende Studie stellt derzeit die vermutlich größte monozentrische Auswertung mit $n = 670$ zu diesem Thema dar. Analog zu anderen bereits veröffentlichten Studien, wurde die vorliegende Studie ebenfalls retrospektiv angelegt (Schaumann et al. 2024).

Wie bereits in der gemeinsamen Publikation dargelegt, greifen Studien mit ähnlich hohen oder höheren Fallzahlen in der Regel auf multizentrische Patientenkollektive zurück, was im Verlauf zu einer Verzerrung der erhobenen Daten führen kann (Schaumann et al. 2024). Ein Beispiel für eine retrospektive, multizentrische Studie ist die Studie von Parent et al. aus Frankreich mit 5.728 Patienten (Parent et al. 2020). Um ein solch großes Patientenkollektiv zu erhalten, wurden Daten aus dem französischen CI-Register genutzt. Die dafür analysierten Patientenakten stammen von Patienten, die von 2012 bis 2016 an 33 französischen Kliniken ein Cochlea-Implantat erhalten haben. Auch in den Studien von Anne et al. (Anne et al. 2016) und Sayed-Hassan et al. (Sayed-Hassan et al. 2019) konnten ähnlich hohe oder höhere Fallzahlen lediglich durch Patientenkollektive in Form von retrospektiven Kohortenstudien und Metaanalysen erreicht werden.

Die daraus entstehenden Problematiken stellen unter anderem die unterschiedlichen Arbeitsabläufe und operativen Standards dar, welche als Störfaktoren zu werten sind (Schaumann et al. 2024). Zu nennen wären in diesem Zusammenhang beispielsweise die unterschiedlichen Operateure, Operationstechniken, Antibiotikaprophylaxen, Entscheidungskriterien sowie die prä-, peri- und postoperative Versorgung und Dokumentation der Operationen. Dies führt zu einer niedrigen internen Validität, da verschiedene Prozesse und operative Standards in die Erhebung mit einfließen. Diese unterschiedlichen Herangehensweisen werden auch in verschiedenen Publikationen beschrieben. So werden beispielsweise in einigen Zentren die Cochlea-Implantate im Vorfeld in eine Vancomycin-Kochsalzlösung eingelegt und die Wundhöhle mit der gleichen Lösung gespült (Almosnino et al. 2018). Einige Operateure schaffen, zur Vermeidung einer Dislokation des Cochlea-Implantats, ein knöchernes Bett, andere nutzen lediglich eine subperiostale Tasche (Vijendren et al. 2019). Ebenfalls variiert die Behandlung von Patienten mit einer chronischen Mittelohrentzündung. Einige Zentren implantieren auch diesen Patienten Cochlea-Implantate, andere wiederum nicht (Davids et al. 2009).

Das in der vorliegenden Arbeit beschriebene Patientenkollektiv wurde in derselben Klinik nach etabliertem Protokoll behandelt. Dies führte bei der Untersuchung der postoperativen Wundinfektionen zu einer sehr hohen internen Validität und ermöglicht eine Analyse der verschiedenen Antibiotikaprophylaxen unter nahezu gleichen Bedingungen.

4.1 Wundinfektionen und der Einfluss von Antibiotika

Wundinfektionen

An der Universitätsklinik Düsseldorf zeigte sich eine Wundinfektionsrate von 9,6% sowie ein Risiko von 1,6% für das Auftreten einer Majorinfektion. Die in der Fachliteratur beschriebene Infektionsrate von 3-5% (Anne et al. 2016) und 1-13% (Kajal et al. 2022) sind ähnlich zu der Infektionsrate der vorliegenden Studie. Bei den Publikationen von Anne et al. und Kajal et al. handelt es sich jedoch um systematische Reviews, welche mehrere Studien zur Dauer einer antibiotischen Prophylaxe bei Cochlea-Implantation behandeln (Schaumann et al. 2024).

Die Publikation von Anne et al. 2016 setzt sich aus den Studien von Hirsch et al. (Hirsch et al. 2007), Basavaraj et al. (Basavaraj et al. 2004) und Garcia-Valdecasas et al. (Garcia-Valdecasas et al. 2009) zusammen. Das Review von Kajal et al. (Kajal et al. 2022) setzt sich aus insgesamt sechs Studien zusammen. Kajal et al. inkludierten ebenfalls die Studien von Hirsch et al., Garcia-Valdecasas et al. sowie Basavaraj et al., die bereits von Anne et al. für ihr Review genutzt wurden. Des Weiteren sind die Studien von Sayed-Hassan et al. (Sayed-

Hassan et al. 2019), El-Saied et al. (El-Saied et al. 2018) und Almosnino et al. (Almosnino et al. 2018) in das Review von Kajal et al. eingeflossen.

Die dort erhobenen Daten sind oft, in Bezug auf den Beobachtungszeitraum und die Unterscheidung zwischen Minor- und Majorinfektionen, uneinheitlich. Beispielsweise ist die Definition einer Majorinfektion je nach Publikation unterschiedlich beschrieben. So definieren Basavaraj et al. (Basavaraj et al. 2004), Hirsch et al. (Hirsch et al. 2007) und Sayed-Hassan et al. (Sayed-Hassan et al. 2019) die Majorinfektion als eine Wundinfektion, die im Rahmen eines Krankenhausaufenthaltes therapiert werden muss, mit beispielsweise einer intravenösen Antibiotikatherapie, einem Wunddebridement oder einer Explantation. In den Publikationen von Almosnino et al. (Almosnino et al. 2018), El-Saied et al. (El-Saied et al. 2018) und Garcia-Valdecasas et al. (Garcia-Valdecasas et al. 2009) wird diese nicht genau definiert. Ebenso zeigen die einzelnen Studien starke Schwankungen in Bezug auf den prozentualen Anteil der postoperativen Wundinfektionen.

Sehr unterschiedliche Ergebnisse zeigen insbesondere die Studien von Almosnino et al. und Basavaraj et al. Die Studie von Almosnino et al. beschreibt hierbei die niedrigste Infektionsrate mit 0% über einen Beobachtungszeitraum von 30 Tagen. Im Gegensatz dazu beschreiben Basavaraj et al. eine Wundinfektionsrate von insgesamt 4,1%. Auch hier erfolgte die Einteilung der Patienten nach Dauer der antibiotischen Prophylaxe in drei Gruppen (Single-Shot, 5 Tage und 7 Tage). Die höchste Wundinfektionsrate mit einem Anteil von 13% zeigte hier die Gruppe der Patienten, die eine antibiotische Prophylaxe über 7 Tage erhielt.

Parent et al. berichten bei einer Fallzahl von 5.728 Patienten von gerade einmal 53 Infektionen (0,93%). Dies ist in Anbetracht des großen Patientenkollektives eine eher niedrige Wundinfektionsrate.

Im Vergleich zu einigen der beschriebenen Studien erscheint das Auftreten von Wundinfektionen in der vorliegenden Studie etwas häufiger. Eine mögliche Erklärung wäre hier die engen postoperativen Kontrollintervalle in den Protokollen. Durch die engmaschigen Kontrollen konnte jedoch schnell interveniert werden, wodurch es zu keinen gravierenden Komplikationen kam. In der vorliegenden Studie kam es im definierten Beobachtungszeitraum beispielsweise zu keiner Explantation (Schaumann et al. 2024).

In früheren Publikationen zeigten sich hingegen postoperative Wundinfektionen, welche zur Explantation führten. Basavaraj et al. berichten von zwei Explantationen (0,7%) bei insgesamt 292 operierten Patienten (Basavaraj et al. 2004), Sayed-Hassan et al. von 5 Explantationen (0,4%) bei 1.180 operierten Patienten (Sayed-Hassan et al. 2019).

Auch andere schwerwiegende Komplikationen, wie beispielsweise Mastoiditis, Meningitis oder Enzephalitis, die mit schweren neurologischen Symptomen einhergehen können,

blieben in der vorliegenden Studie aus. Dies könnte ebenfalls auf eine engmaschige klinische Überwachung und eine frühzeitige Behandlung zurückzuführen sein und würde somit eine günstige Strategie zur Vermeidung schwerwiegender Komplikationen darstellen (Schaumann et al. 2024). Einen Vergleich mit früheren Publikationen mit Patientenanzahl, Anzahl der Infektionen, einer Einteilung in Minor- und Majorinfektionen (nach Definition der vorliegenden Studie) sowie der Anzahl an Explantationen ist in Tabelle 32 ersichtlich.

Tabelle 32: Vergleich der in der Literatur beschriebenen Infektionsraten

Studie	Patienten- anzahl in n	Anzahl In- fektionen in n	Minor in n (%)	Major in n (%)	Explantationen in n (%)
Sayed-Hassan et al.	1.180	12	N/A	12 (1)	5 (0,4)
Basavaraj et al.	292	12	8 (2)	4 (1,4)	2 (0,7)
Hirsch et al.	95	3	3 (3)	0	0
Almosnino et al.	188	0	N/A	0	0
Garcia-Valdecasas et al.	196	9	0	9 (4,6)	9 (4,6)
El-Saied et al.	130	6	6 (4,6)	0	0
Parent et al.	5728	53	N/A	N/A	N/A
Vorliegende Studie	670	64	53 (8)	11 (1,6)	0

Quelle: eigene Darstellung (modifiziert nach Schaumann et al. 2024)

N/A = not available (nicht verfügbar), n = Stichprobengröße

Insgesamt zeigen sich in den verschiedenen Studien sehr schwankende Wundinfektionsraten. Auf Basis der Ergebnisse der vorliegenden Studie lässt sich schlussfolgern, dass schwerwiegende Komplikationen, wie beispielsweise postoperative Wundinfektionen nach Cochlea-Implantation, selten sind.

Dauer der Antibiotikaphylaxe

Die Vermeidung von postoperativen Wundinfektionen ist ein wichtiges Ziel in der operativen Medizin. Eine Strategie zur Vermeidung dieser ist es, die Entstehung neuer antibiotikaresistenter Keime zu verhindern. Eine vermehrte Exposition von Keimen gegenüber Antibiotika, kann zu einer Resistenzbildung führen (Suerbaum et al. 2016). Aus diesem Grund erscheint auch in der Cochlea-Implantat-Chirurgie eine einmalige Single-Shot-Antibiotikaphylaxe gegenüber einer mehrtägigen Antibiotikaphylaxe sinnvoll, um Resistenzbildung zu vermeiden.

Im Untersuchungszeitraum von 2007 bis 2019 erhielten die Patienten, die in der Universitätsklinik Düsseldorf mit einem Cochlea-Implantat versorgt wurden, unterschiedlich lange Antibiotikaphylaxen. Diese wurden im Rahmen der vorliegenden Studie erfasst,

analysiert, mit bestehenden Studien verglichen und in einer gemeinsamen Publikation veröffentlicht (Schaumann et al. 2024). Es zeigte sich eine leicht erhöhte Wundinfektionsrate in den Gruppen mit der Single-Shot-Antibiotikaphylaxe (11,9%) sowie der Antibiotikaphylaxe über 48 Stunden (10,8%) im Vergleich zu der Gruppe mit einer Antibiotikaphylaxe über 72 Stunden oder länger (8,8%). Zur Überprüfung der statistischen Relevanz erfolgte eine Berechnung mittels der logistischen Regression. Diese zeigte einen nicht signifikanten Anstieg des Infektionsrisikos bei den Patienten, die eine Single-Shot-Antibiotikaphylaxe erhielten im Vergleich zu den Patienten, die eine längere Antibiotikaphylaxe erhielten. Aufgrund der relativ kleinen Kohorte mit $n = 67$ Patienten in der Gruppe der Single-Shot-Antibiotikaphylaxen, erfolgte zudem die statistische Berechnung mit dem Fisher's Exact Test. Auch hier zeigte sich keine statistische Signifikanz zwischen den Gruppen. Die vorliegende Studie zeigt somit keinen Nachteil einer Single-Shot-Antibiotikaphylaxe gegenüber Antibiotikaphylaxen über mehrere Tage im Hinblick auf postoperative Wundinfektionen (Schaumann et al. 2024).

Dies zeigt auch die 2018 veröffentlichte Studie von Almosnino et al., in welcher es ebenfalls keine statistisch signifikante Erhöhung der Wundinfektionen bei einer intraoperativen Single-Shot-Antibiose im Vergleich zu einer mehrtägigen antibiotischen Prophylaxe über fünf Tage gab. Alle Patienten erhielten eine perioperative Antibiose aus Cefazolin oder Clindamycin. Bei einer Penicillin-Allergie wurde Vancomycin verwendet. Zudem wurden die Cochlea-Implantate, wie oben bereits beschrieben, in eine Vancomycin-Kochsalzlösung eingelegt und die Wunde mit der gleichen Lösung gespült. Zur Einteilung der weiteren Antibiotikaphylaxe wurden drei Gruppen gebildet. Die erste Gruppe erhielt postoperativ eine Antibiose über fünf Tage. Cefalexin, Clindamycin, Amoxicillin oder Cotrimoxazol wurden als Antibiotika verwendet. Die zweite Gruppe erhielt keine postoperative Antibiose. Die dritte Gruppe (Kontrollgruppe) erhielt Cefuroxim oder Cotrimoxazol über fünf Tage. Der Beobachtungszeitraum betrug 30 Tage postoperativ und war somit ähnlich lang wie der Beobachtungszeitraum der vorliegenden Studie von 28 Tagen postoperativ. In diesem Zeitraum kam es in der Studie von Almosnino et. al zu keiner Wundinfektion. Mit der Gabe von Cefazolin, Cefuroxim und Clindamycin wurden teilweise Antibiotika aus denselben Antibiotikagruppen genutzt (Almosnino et al. 2018). Bei einer Fallzahl von $n = 188$ Patienten muss die Gültigkeit dieser Aussage jedoch kritisch hinterfragt werden, da diese zu gering ist, um eine belastbare statistische Aussage zu treffen. Um die statistische Aussagekraft zu verbessern und die Wahrscheinlichkeit einen signifikanten Unterschied zwischen den Prophylaxedauern zu erhalten, wäre eine größere Stichprobe sinnvoll. Dies wird auch durch Almosnino et al. beschrieben (Almosnino et al. 2018). Auch eine Studie von Hirsch et al. aus dem

Jahre 2007 kommt zu einem ähnlichen Ergebnis (Hirsch et al. 2007). Bei einer Fallzahl von $n = 95$ erhielten 78 Patienten eine perioperative Single-Shot-Antibiose. Mit drei leichten Infektionen (3,2%) kam es zu keiner erhöhten Anzahl an postoperativen Wundinfektionen. Auch hier muss die Gültigkeit der Aussage aufgrund der ebenfalls geringen Fallzahl kritisch hinterfragt werden.

In der Studie von Basavaraj et al. aus dem Jahre 2004 gehen die Autoren sogar von einer Reduktion der postoperativen Wundinfektionen durch eine perioperative Single-Shot-Antibiose aus. Insgesamt kam es bei der Studie bei zwölf der 292 Patienten (4,1%) zu einer postoperativen Wundinfektion. Als Antibiose wurden Amoxicillin/Clavulansäure und Cefuroxim genutzt. 153 Patienten erhielten eine Single-Shot-Antibiose, 105 Patienten eine 5-Tage-Antibiose und 30 Patienten eine 7-Tage-Antibiose. In der Gruppe der Single-Shot-Antibiose traten zwei Minorinfektionen (1,3%), in der Gruppe der 5-Tage-Antibiose vier Minor- und zwei Majorinfektionen (5,7%) und in der Gruppe der 7-Tage-Antibiose zwei Minor- und zwei Majorinfektionen (13,3%) auf (Basavaraj et al. 2004). Die Studie von Basavaraj et al. zeigt jedoch eine sehr unterschiedliche Patientenanzahl sowie deutlich abweichende Wundinfektionsraten zwischen den jeweiligen Gruppen.

Bei einer vergleichbaren Anzahl an Patienten in den jeweiligen Gruppen ist jedoch davon auszugehen, dass sich die Wundinfektionsraten zwischen den Gruppen angleichen würden.

Einen Gegensatz dazu bildet die Studie von Garcia-Valdecasas et al. aus dem Jahre 2009. Hierbei wurde die Wirkung einer postoperativen Clarithromycin-Gabe über sechs Wochen zusätzlich zu einer intraoperativen Single-Shot-Gabe mit Ceftriaxon untersucht. Es zeigte sich ein klarer Vorteil der zusätzlichen sechswöchigen Antibiose mit Clarithromycin gegenüber der ausschließlichen Single-Shot-Gabe von Ceftriaxon (Garcia-Valdecasas et al. 2009). Jedoch muss auch hier bei einer Fallzahl von $n = 196$ die Gültigkeit dieser Aussage kritisch evaluiert werden. Zudem ist die Dauer der Antibiotikaphylaxe mit sechs Wochen deutlich länger als in der vorliegenden Studie sowie in der Fachliteratur beschrieben und dadurch schwer zu vergleichen.

Auch die große, multizentrische und retrospektive Kohortenstudie von Sayed-Hassan aus Frankreich (Sayed-Hassan et al. 2019) brachte im Gegensatz zu den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit hervor, dass eine langfristige postoperative Antibiotikatherapie im Vergleich zu einer einmaligen perioperativen Single-Shot-Antibiotikaphylaxe zu weniger Infektionen führt. Die Studie von Sayed-Hassan et al. umfasst 1.180 Patienten (509 Kinder, 671 Erwachsene) aus acht französischen Universitätskliniken. Neben der bereits im Vorfeld erwähnten niedrigen internen Validität multizentrischer Studien wurde ein

Nachbeobachtungszeitraum von 1-3 Jahren gewählt. Einige Wundinfektionen traten erst zwischen drei und zwölf Monaten postoperativ auf (Sayed-Hassan et al. 2019). Dies unterscheidet sich von dem definierten Nachbeobachtungszeitraum der vorliegenden Studie mit 28 postoperativen Tagen, der sich an die in Deutschland gültige Definition von postoperativen Wundinfektionen (Robert Koch-Institut 2017) und somit an die Vorgaben des US-amerikanischen Center of Disease Control (Keely Boyle et al. 2018) orientiert. Dabei wird ein Nachbeobachtungszeitraum von 30 Tagen bei chirurgischen Wunden und 90 Tagen bei Implantaten vorgesehen (Berríos-Torres et al. 2017).

Ein Nachbeobachtungszeitraum von 1-3 Jahren erscheint insgesamt unverhältnismäßig. Nach so langer Zeit kann die Cochlea-Implantation als Auslöser einer Infektion im ehemaligen Operationsbereich nicht mehr sicher identifiziert werden. Viele weitere Faktoren, wie beispielsweise der Lebensstil der Patienten, die medizinische Versorgung sowie soziale Gegebenheiten, könnten einen Einfluss auf die Wundheilung sowie die Entstehung von Wundinfektionen haben.

Ein weiterer Unterschied besteht darin, dass durch Sayed-Hassan et al. ausschließlich Majorinfektionen erfasst wurden. Es erfolgte eine Unterteilung der Patienten in eine „Prophylaxe-Gruppe“ (< 48h Antibiose) und eine „längerfristige Antibiose-Gruppe“ (> 48h Antibiose). Eine Einteilung in Single-Shot-Antibiotikaphylaxen erfolgte nicht. Bei 1.157 Patienten konnte eine Antibiotikaphylaxe eruiert werden. Die „Prophylaxe-Gruppe“ bestand aus insgesamt 523 Patienten (45,2%) und die „längerfristige Antibiose-Gruppe“ aus 634 Patienten (54,8%). Bei zwölf der 1.157 Patienten (1,0%) traten schwerwiegende Wundinfektionen auf. In der „Prophylaxe-Gruppe“ zeigten acht Patienten eine Wundinfektion und in der „längerfristige Antibiose-Gruppe“ vier Patienten (Sayed-Hassan et al. 2019). Wie viele Patienten insgesamt eine postoperative Wundinfektion aufwiesen, also auch leichte Wundinfektionen, wurde nicht erfasst. Aufgrund der beschriebenen Unterschiede zwischen der vorliegenden Studie und der Studie von Sayed-Hassan et al. erscheint ein direkter Vergleich zwischen den beiden Studien schwer.

Dauer der Antibiotikaphylaxe bei Kindern

Eine besondere Patientengruppe stellen Kinder und Jugendliche dar, da sich ihr Immunsystem in einem stetigen Entwicklungsprozess befindet (Bröker und Fleischer 2023). Auch hier stellt sich die Frage, ob eine Single-Shot-Antibiose zur Prophylaxe ausreichend oder eine mehrtägige antibiotische Prophylaxe von Vorteil ist. Die vorliegende Arbeit bietet Anhaltspunkte zu diesem Thema. In der Gruppe der Kinder, die eine Single-Shot-Antibiotikaphylaxe erhielten, kam es zu keiner Infektion. In der Gruppe der Kinder, die eine

antibiotische Prophylaxe über 48 Stunden erhielten, kam es bei 11,1% und in der Gruppe der Kinder, die eine antibiotische Prophylaxe über 72 Stunden oder länger erhielten, zu 9,4% postoperativen Wundinfektionen. Eine erhöhte Wundinfektionsrate in der Gruppe der Kinder, die eine Single-Shot-Antibiotikaphylaxe erhielten, konnte somit nicht nachgewiesen werden. Zusammenfassend findet sich in der vorliegenden Studie keine Unterlegenheit einer Single-Shot-Antibiotikaphylaxe gegenüber längeren antibiotischen Prophylaxen. Auch hier ist eine Vergleichbarkeit der jeweiligen Prophylaxe-Gruppen aufgrund der unterschiedlichen Stichprobengröße erschwert, da zufällige Unterschiede zwischen den Gruppen schwer auszuschließen sind. Auch die insgesamt geringe Stichprobe von $n = 7$ verringert die statistische Aussagekraft und die Wahrscheinlichkeit signifikante Ergebnisse zu erhalten. Bei einer vergleichbaren Anzahl an Kindern in den jeweiligen Gruppen ist davon auszugehen, dass sich die Wundinfektionsraten zwischen den Gruppen angleichen würden. Saied et al. berichten ebenfalls über eine ausreichende Wirkung der Single-Shot-Antibiotikaphylaxe zur Vermeidung einer Wundinfektion bei Kindern. In der Studie erfolgte die Aufteilung der Probanden in zwei Gruppen. Die eine Gruppe von Kindern erhielt eine 24-stündige intravenöse Antibiotikaphylaxe, die andere eine 24-stündige intravenöse Antibiotikaphylaxe sowie eine anschließende siebentägige orale Antibiose. Auch hier zeigte sich kein erhöhtes Risiko für Wundinfektionen in der Gruppe ohne anschließende siebentägige orale Antibiose. Bei Kindern scheint jedoch das Risiko für otogene Infektionen langfristig erhöht zu sein. Daher erscheint eine engmaschige klinische Überwachung sinnvoll, insbesondere bei Anzeichen von Infektionen der oberen Atemwege (El-Saied et al. 2018).

Sayed-Hassan et al. kommen in ihrer Studie zu einem anderen Ergebnis. In der „Prophylaxe-Gruppe“ zeigten fünf von 153 Kindern (3,3%) eine Wundinfektion. In der „längerfristige Antibiose-Gruppe“ waren es vier von 340 Kindern (1,2%). Somit konnte durch eine längere Antibiotika-Prophylaxe eine Risikoreduktion von 2,1% erreicht werden. Aufgrund dessen empfehlen die Autoren bei Kindern eine antibiotische Prophylaxe von mehr als 48 Stunden (Sayed-Hassan et al. 2019). Wie bereits im Absatz „Dauer der Antibiotikaphylaxe“ beschrieben, unterscheidet sich der Beobachtungszeitraum für postoperative Wundinfektionen zwischen der Studie von Sayed-Hassan et al. und der vorliegenden Studie, was eine direkte Vergleichbarkeit erschwert.

Art der Antibiotika

Im Untersuchungszeitraum von 2007-2019 konnte in der vorliegenden Studie die Gabe vier verschiedener Antibiotika (Cefazolin, Cefuroxim, Clindamycin, Ampicillin/Sulbactam) aus drei verschiedenen Antibiotikagruppen (Cephalosporine, Penicilline, Lincosamid-

Antibiotika) erfasst werden, die mit den gängigen Antibiotika übereinstimmen. Einen positiven Nutzen eines bestimmten Antibiotikums, im Vergleich zu einem anderen, ergab sich aus den Ergebnissen der vorliegenden Studie nicht. Patienten, die Cefuroxim als antibiotische Prophylaxe erhielten, zeigten mit 12,1% eine im Vergleich zu Patienten, die andere Antibiotika erhielten, leicht erhöhte Wundinfektionsrate. Cefuroxim wurde allerdings bei n = 307 Patienten am häufigsten als antibiotische Prophylaxe eingesetzt. Bei einer vergleichbaren Anzahl der genutzten Antibiotika in den jeweiligen Gruppen ist davon auszugehen, dass sich die Wundinfektionsraten zwischen den Gruppen angleichen würden. Auch statistisch zeigt sich keine Signifikanz zwischen den eingesetzten Antibiotika.

In der Studie von Almosnino et al. wurde zur antibiotischen Prophylaxe eine Vielzahl verschiedener Antibiotika (Cefalexin, Cefuroxim, Clindamycin, Amoxicillin oder Cotrimoxazol) eingesetzt (Almosnino et al. 2018). Sayed-Hassan et al. beschreiben eine antibiotische Prophylaxe mit Amoxicillin/Clavulansäure sowie Cefazolin (Sayed-Hassan et al. 2019). Auch Anne et al. beschreiben Amoxicillin/Clavulansäure sowie Cefuroxim als am häufigsten eingesetzte Antibiotika (Anne et al. 2016). Der positive Nutzen eines bestimmten Antibiotikums auf die Wundinfektionsrate wurde in den Studien jedoch nicht weiterverfolgt.

Erreger

Trotz einer prophylaktischen Antibiotikagabe kam es in der vorliegenden Studie, wie bereits in einer gemeinsam veröffentlichten Publikation beschrieben, in einigen Fällen zu einer Wundinfektion (Schaumann et al. 2024). Zur genauen Bestimmung der Erreger und zur Planung einer angepassten Antibiotikatherapie wird ein Wundabstrich zur mikrobiologischen Untersuchung und zur Anfertigung eines Antibiogramms entnommen. In der vorliegenden Studie konnte per Wundabstrich bei zwei Patienten eine Besiedlung mit einem *Staphylococcus aureus* und in einem Fall mit *Pseudomonas aeruginosa* nachgewiesen werden. Die Infektion des Implantates sowie des umliegenden Gewebes mit *Pseudomonas aeruginosa* führte zur Explantation, die sich jedoch erst nach vier Monaten und somit außerhalb des definierten Beobachtungszeitraumes von 28 Tagen ereignete (Schaumann et al. 2024). Auch in früheren Publikationen (Kabelka et al. 2010) kam es durch die Infektion mit *Pseudomonas aeruginosa* im Verlauf zu rezidivierenden Infektionen, welche zur Explantation des Cochlea-Implantats führten. Über den schweren Verlauf dieser Art von Infektion sollte man sich bewusst sein und frühzeitig mikrobiologische Tests durchführen, um so Infektionen angemessen behandeln zu können. Zur Verringerung dieser schwerwiegenden Komplikationen wäre es möglich, die Antibiotikaphylaxe an ein breiteres Wirkspektrum, welches auch gram-negative Mikroorganismen wie *Pseudomonas aeruginosa* abdeckt, anzupassen. Bei dem sehr

seltenen Auftreten solch einer schweren Infektion (1 von 700 Patienten in der Kohorte der vorliegenden Studie) scheint eine standardisierte Anpassung der antibiotischen Prophylaxe an diesen Erreger jedoch nicht sinnvoll zu sein. Das Risiko einer Resistenzbildung und der Zunahme von Nebenwirkungen würde den möglichen Nutzen bei Weitem überwiegen (Schaumann et al. 2024).

4.2 Wundinfektionen und der Einfluss weiterer Faktoren

Operativer Zugang zur Cochlea

In früheren Studien wurde die Häufigkeit von postoperativen Komplikationen und Wundinfektionen im Zusammenhang mit der Wahl des operativen Zugangs zur Cochlea selten untersucht. Es besteht die Vermutung, dass es bei einer Cochleostomie durch den größeren operativen Zugang zu einem vermehrten Eindringen von Keimen über die Cochlea kommt und somit das Risiko postoperativer Komplikationen erhöht ist. Eine genaue Analyse dieser Thematik konnte in der vorliegenden Studie nicht durchgeführt werden. Schwerwiegende Komplikationen, die durch ein mögliches Eindringen von Keimen über die Cochlea entstehen könnten, wie beispielsweise eine Labyrinthitis oder Meningitis, blieben aus.

Ein Zusammenhang zwischen dem operativen Zugang zur Cochlea und dem Auftreten postoperativer Wundinfektionen wurde ebenfalls in der Studie von Gudis et al. untersucht. In der Studie wurden 130 Patienten, die durch einen Rundfensterzugang versorgt wurden und 19 Patienten, die mit einer Cochleostomie versorgt wurden, bezüglich ihrer postoperativen Komplikationen miteinander verglichen. Zunächst wurden alle Patienten mit dem Ziel operiert, einen Rundfensterzugang anzulegen. Beim Auftreten von anatomischen Varianten, die einen Rundfensterzugang unmöglich machten, wie beispielsweise ein zu weit posterior gelegenes rundes Fenster, wurde eine Cochleostomie durchgeführt. In den Studienergebnissen zeigte sich kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen dem Rundfensterzugang und der Cochleostomie in Bezug auf postoperative Komplikationen. Eine Empfehlung zum Rundfensterzugang wurde dennoch ausgesprochen, da dieser auch ohne großen Aufwand in eine Cochleostomie erweitert werden kann. Weiter Studien zur Verifizierung werden allerdings durch die Autoren empfohlen (Gudis et al. 2012).

Sayed-Hassan et al. vermuten in ihrer Studie ebenfalls einen Vorteil des Rundfensterzuges gegenüber einer Cochleostomie. Dies wird jedoch im Rahmen der Studie nicht weiter verfolgt (Sayed-Hassan et al. 2019).

Ein Zusammenhang zwischen dem Zugang zur Cochlea und dem Auftreten von postoperativen Wundinfektionen scheint nicht zu bestehen. Dennoch wurde in der vorliegenden Studie eine statistische Berechnung durchgeführt, da es die erhobenen Daten zuließen. Ein

signifikant erhöhtes Risiko für postoperative Komplikationen zwischen den beiden Zugangswegen konnte nicht nachgewiesen werden.

Eine Analyse des Zusammenhangs postoperativer Komplikationen, wie beispielsweise einer Labyrinthitis oder Meningitis, in Bezug auf den Zugang zur Cochlea scheinen dennoch sinnvoll. Da es sich bei dem Zugang zur Cochlea lediglich um einen Teil des operativen Zugangsweges handelt, sollten auch weitere Operationsschritte untersucht werden. In Bezug auf das Auftreten von postoperativen Wundinfektionen könnten ebenfalls die Schnittlänge des Hautschnittes, die Nahttechnik sowie das verwendete Nahtmaterial relevant sein. Diese Parameter konnten jedoch aufgrund der retrospektiv angelegten Studie nicht sicher ermittelt werden.

Implantathersteller

In dem untersuchten Zeitraum wurden Cochlea-Implantate von vier Herstellern (Cochlear, MED-EL, Oticon, AB) implantiert. Bei der Wahl des Implantatherstellers zeigte sich in der vorliegenden Studie statistisch keine signifikante Häufung von Wundinfektionen.

Auch Sayed-Hassan et al. beschreiben in ihrer Studie Infektionsraten zwischen 0,6% und 1,8% bei den verschiedenen Herstellern, jedoch ohne statistische Signifikanz (Sayed-Hassan et al. 2019). Dies könnte am ehesten damit zusammenhängen, dass sich die Cochlea-Implantate der verschiedenen Hersteller, wie beispielsweise Cochlear (Cochlear Ltd.), MED-EL (MED-EL Medical Electronics), Advanced Bionics (Advanced Bionics AG and affiliates) oder Oticon (Oticon A/S) in ihren Maßen und in ihrer Beschaffenheit stark ähneln und immer weiter annähern. Vor allem die Höhe der verschiedenen Implantate bewegt sich in einem schmalen Bereich zwischen 3,9 mm – 4,5 mm. Alle Hersteller verwenden in der Regel ein Gehäuse aus Titan, das mit Silikon ummantelt ist. Die Wahl des Implantatherstellers scheint folglich aufgrund der ähnlichen Maße und Beschaffenheit der jeweiligen Implantate keinen Einfluss auf das Auftreten von postoperativen Wundinfektionen und Komplikationen zu haben.

Risikofaktoren

In der vorliegenden Arbeit lag das Hauptaugenmerk auf Risikofaktoren wie einer Voroperation am Ohr, immunsupprimierenden Vorerkrankungen und Gerinnungsstörungen, immunsupprimierenden und gerinnungshemmenden Medikamenten sowie Alkohol- und Nikotinabusus, die das Auftreten von postoperativen Komplikationen begünstigen könnten.

Voroperationen an den Ohren wie z.B. Parazentesen, subtotale Petrosektomien und Mittelohrobliterationen mit Bauchfett stehen im Verdacht, postoperative Wundinfektionen nach Cochlea-Implantationen zu begünstigen (Parent et al. 2020). Bei den Patienten, die Voroperationen an dem mit einem Cochlea-Implantat versorgten Ohr hatten, z.B. nach der Anlage einer Radikalhöhle oder einer subtotalen Petrosektomie mit Obliteration, zeigte sich in der vorliegenden Studie kein erhöhtes Auftreten von Wundinfektionen (Schaumann et al. 2024). Dies könnte auf ein zweizeitiges Vorgehen zurückzuführen sein. Vor der eigentlichen Cochlea-Implantation erfolgten beispielsweise eine subtotale Petrosektomie sowie eine Obliteration. Somit wurde ein Teil der benötigten Operationsschritte zur Cochlea-Implantation bereits im Vorfeld getätigt und das Risiko für Komplikationen bei der eigentlichen Cochlea-Implantation dadurch vermindert. Dies wird ebenfalls durch Parent et al. im Zusammenhang mit Re-Implantationen beschrieben. Hier erfolgten ebenfalls die meisten Operationsschritte bereits während der ersten Cochlea-Implantation und somit wurde das Risiko für Komplikationen bei einer Re-Implantation gesenkt (Parent et al. 2020).

Bei Patienten, welche an einer immunsupprimierenden Erkrankung wie z.B. Diabetes mellitus oder an einer Gerinnungsstörung erkrankt waren, zeigte sich in der vorliegenden Studie kein signifikant erhöhtes Risiko für Wundinfektionen im Vergleich zu Patienten ohne diese Risikofaktoren. Dies könnte daran liegen, dass Patienten mit Vorerkrankungen ein erhöhtes Maß an Aufmerksamkeit in Form von klinischen sowie laborchemischen Kontrollen zu Teil wird. Theunisse et al. konnten ebenfalls keine erhöhten Wundinfektionsraten zwischen Patienten mit immunsupprimierender Erkrankung oder Gerinnungsstörungen und Patienten ohne diese Risikofaktoren feststellen (Theunisse et al. 2018). Almosnino et al. berichten ebenso von einer nicht erhöhten Infektionsrate bei Patienten mit Diabetes mellitus (Almosnino et al. 2018). Einige Studien, die sich jedoch nicht speziell auf Cochlea-Implantationen beziehen, zeigen hingegen andere Ergebnisse. Eine Studie von Liu et al. aus dem Jahre 2023 bestätigt den Zusammenhang zwischen einer HIV-Infektion mit niedriger CD4-Zahl und dem Auftreten postoperativer Wundinfektionen (Liu et al. 2023). Diabetes mellitus Typ II gilt ebenfalls nachweislich als Erkrankung, die mit einer erhöhten Rate an postoperativen Wundinfektionen einher geht. Ein Grund hierfür stellt u.a. eine erhöhte Morbidität und Mortalität aufgrund mikro- und makrovaskulärer Komplikationen dar (Dissemond et al. 2011). Eine Vergleichbarkeit mit Cochlea-Implantationen stellt sich, aufgrund der unterschiedlichen Operationsgebiete, der unterschiedlichen Operationsabläufe sowie der unterschiedlichen Vor- und Nachsorge, als schwierig dar.

Medikamente können ebenfalls Einfluss auf die Wundheilung sowie auf das Entstehen von postoperativen Wundinfektionen haben. Anhand des Patientenkollektivs der vorliegenden Arbeit konnte auch bei Patienten, die gerinnungshemmende oder immunsupprimierende Medikamente einnahmen, keine statistisch signifikante Häufung von Wundinfektionen im Vergleich zu Patienten ohne diese Risikofaktoren festgestellt werden. Die Studie von Ayub und Young untersuchte den Einfluss von Immunsuppressiva auf Cochlea-Implantationen. Dazu untersuchten sie 7 Patienten, die während einer immunsuppressiven Therapie nach Organtransplantation ein Cochlea-Implantat erhielten. Alle Patienten erhielten im Vorfeld eine Pneumokokkenschutzimpfung mit mindestens einem Präparat. Zudem erhielten 6 von 7 Patienten eine Schutzimpfung gegen *Haemophilus influenzae*. Alle Patienten erhielten eine intravenöse Antibiotikaprophylaxe im Zuge der Operation. Von den 7 Patienten zeigte keiner eine postoperative Wundinfektion (Ayub und Young 2016). Aufgrund der geringen Fallzahl in Kombination mit dem retrospektiven Studiendesign sind die Ergebnisse jedoch kritisch zu betrachten. Die Studienlage zum Einfluss gerinnungshemmender und immunsupprimierender Medikamente auf postoperative Wundinfektionen nach Cochlea-Implantationen ist allerdings unzureichend.

Einige Studien, die sich jedoch nicht speziell auf Cochlea-Implantationen beziehen, zeigen hingegen andere Ergebnisse. Eine Studie von Cancienne et al. aus dem Jahre 2020 bestätigt den Zusammenhang zwischen Medikamenteneinnahme und dem Auftreten postoperativer Wundinfektionen bei Schulterarthroplastiken. Die Studie zeigt, dass Antikoagulanzen neben einer erhöhten Rate für postoperative Blutungen auch die Raten für postoperative Wundinfektionen und Revisionsoperationen erhöhen (Cancienne et al. 2020). Auch Glucocorticoide und zytostatische Chemotherapeutika stehen im Verdacht, sich negativ auf die Wundheilung und auf die körpereigene Abwehr von Infektionen auszuwirken und somit postoperative Wundinfektionen zu begünstigen (Dissemond et al. 2011). Eine Vergleichbarkeit mit Cochlea-Implantationen stellt sich, aufgrund der unterschiedlichen Operationsgebiete, der unterschiedlichen Operationsabläufe sowie der unterschiedlichen Vor- und Nachsorge, als schwierig dar.

Sowohl der Nikotinkonsum als auch der chronische Alkoholkonsum können ebenfalls Einfluss auf das Auftreten von Wundinfektionen haben. Dazu wurden der chronische Nikotin- und Alkoholkonsum des Patientenkollektivs der vorliegenden Arbeit untersucht. Zunächst bestand die Vermutung, dass der chronische Konsum von Alkohol und Nikotin das Immunsystem herabsetzen könnte. Im Falle der Patienten mit chronischem Alkoholkonsum zeigte sich eine leicht erhöhte Wundinfektionsrate (13,3%) gegenüber den Patienten ohne

chronischen Alkoholkonsum (9,3%). Bei den Patienten mit chronischem Nikotinkonsum zeigte sich jedoch eine niedrigere Wundinfektionsrate (5,1%) im Vergleich zu den Patienten ohne chronischen Nikotinkonsum (10,1%). Aufgrund der geringen Anzahl an Patienten mit dem Risikofaktor Suchtmittel (chronischer Nikotinabusus n = 99; chronischer Alkoholabusus n = 30) im Vergleich zur Gesamtanzahl an Patienten ist hier die statistische Aussagekraft begrenzt. Bei einer vergleichbaren Anzahl an Patienten mit und ohne Suchtmittelkonsum ist davon auszugehen, dass sich die Wundinfektionsraten zwischen den Gruppen angleichen würden. In der vorliegenden Studie zeigte sich keine statistisch signifikante Häufung von Wundinfektionen zwischen Patienten, die chronisch Nikotin und/oder Alkohol konsumierten im Vergleich zu Patienten ohne diese Risikofaktoren. Almosnino et al. erfassten zwar solche Patienten, die einen chronischen Alkohol- oder Nikotinkonsum als Komorbidität aufwiesen, jedoch nicht die Auswirkung auf die postoperativen Wundinfektionen (Almosnino et al. 2018). Auch hier erscheint die Datenlage zum Einfluss von Suchtmitteln auf die postoperativen Wundinfektionen nach Cochlea-Implantationen unzureichend. Studien, die sich nicht spezifisch auf postoperative Wundinfektionen nach Cochlea-Implantationen beziehen, kamen zu dem Ergebnis, dass sowohl der Konsum von Alkohol als auch von Nikotin mit einem erhöhten Auftreten von Wundinfektionen einher geht.

Grønkjær et al. beschreiben in ihrer Studie eine reduzierte immunologische Funktion durch den Nikotinkonsum, was zu einer erhöhten Anfälligkeit für Wundinfektionen führt (Grønkjær et al. 2014). Sørensen beschreibt zudem, dass der Nikotinkonsum eine vorübergehende Wirkung auf die Mikroumgebung des Gewebes und eine anhaltende Wirkung auf entzündliche und reparative Zellfunktionen hat, die zu einer verzögerten Heilung und Komplikationen führen (Sørensen 2012). Ein erhöhtes Auftreten von postoperativen Wundinfektionen, vor allem bei Männern, die regelmäßig größere Mengen Alkohol konsumieren, zeigt die Studie von Delgado-Rodríguez et al. (Delgado-Rodríguez et al. 2003).

Patientenalter

Eine wichtige Fragestellung der vorliegenden Arbeit war es, ob das Patientenalter einen Einfluss auf das Auftreten von postoperativen Wundinfektionen hat. Dazu erfolgte sowohl der Vergleich zwischen Kindern und Erwachsenen als auch zwischen Patienten im Alter zwischen 18 und 65 Jahren und ab 65 Jahren.

In der vorliegenden Studie zeigte sich kein Zusammenhang zwischen einem Patientenalter unter 18 Jahren und einer erhöhten Wundinfektionsrate. Hirsch et al. berichten in ihrer Studie ebenfalls von keinen erhöhten Wundinfektionsraten bei Kindern und Jugendlichen.

Aufgrund ihrer niedrigen Probandenanzahl von insgesamt $n = 95$ Patienten, von denen gerade einmal 14 Kinder waren, regen sie zu weiteren Studien an (Hirsch et al. 2007). Sayed-Hassan et al. beschreiben hingegen, dass Kinder im Vergleich zu Erwachsenen ein drei- bis vierfach erhöhtes Infektionsrisiko haben (Sayed-Hassan et al. 2019). Aufgrund der bereits im Absatz „Dauer der Antibiotikaphylaxe“ genannten Unterschiede erscheint ein direkter Vergleich mit der Studie von Sayed-Hassan et al. jedoch nicht sinnvoll.

Patienten mit einem Alter über 65 Jahren scheinen im Allgemeinen prädisponiert für schwere Verläufe bei postoperativen Wundinfektionen (Kaye et al. 2004). In der vorliegenden Studie konnte keine signifikante Häufung der Wundinfektionen zwischen Patienten unter 65 Jahren und denen über 65 Jahren festgestellt werden. Die Studienlage zu postoperativen Wundinfektionen nach Cochlea-Implantation bei älteren Patienten scheint unzureichend zu sein. Einige Studien beschäftigen sich mit den Ergebnissen sowie allgemeinen Komplikationen nach Cochlea-Implantation bei älteren Patienten.

Die retrospektive Studie von Chatelin et al. verglich Patienten über 70 Jahren mit Patienten unter 70 Jahren in Bezug auf die Ergebnisse nach einer Cochlea-Implantation. Zu diesem Zweck wurden auch die postoperativen Wundinfektionen erhoben. Dazu wurden 65 Patienten (33 Männer und 32 Frauen) über 70 Jahre mit einem mittleren Implantationsalter von 76 Jahren und 101 Patienten (34 Männer und 67 Frauen) mit einem mittleren Implantationsalter von 48 Jahren verglichen. In der Studie zeigte keiner der Patienten über 70 Jahren und ein Patient unter 70 Jahren eine Wundinfektion. Eine Häufung an Wundinfektionen bei älteren Patienten zeigte sich somit in der Studie nicht (Chatelin et al. 2004). Auch die retrospektive Studie von Migirov et al. untersuchte die audiologischen und chirurgischen Ergebnisse bei Patienten über 65 Jahren. Dazu wurden 20 Patientenakten untersucht. Bei 2 Patienten kam es nach der Cochlea-Implantation zu einer Wundinfektion, die jedoch durch eine intravenöse Antibiotikatherapie therapiert werden konnten. Zudem litten beide Patienten unter relevanten Vorerkrankungen (Diabetes mellitus, ischämische Herzerkrankung) (Migirov et al. 2010). Ein direkter Vergleich mit einer jüngeren Patientengruppe wurde hier nicht durchgeführt. Bei einer Fallzahl von $n = 20$ muss die Gültigkeit dieser Aussage jedoch kritisch hinterfragt werden. Die retrospektive Kohortenstudie von Wong et al. untersuchte die Ergebnisse nach Cochlea-Implantationen bei Patienten über 75 Jahren. Dazu wurden 150 Patientenakten untersucht. Die Patienten wurden dazu in drei Gruppen unterteilt. Die erste Gruppe umfasste 56 Patienten zwischen 75 und 79 Jahren, die zweite Gruppe 55 Patienten zwischen 80 und 84 Jahren und die dritte Gruppe 39 Patienten, die 85 Jahre oder älter waren. Insgesamt

zeigten lediglich 2 Patienten (1,3%) eine Wundinfektion. Ein Patient musste aufgrund der Wundinfektion erneut operiert werden (Wong et al. 2016).

Ein ähnlich hohes Auftreten von postoperativen Wundinfektionen über alle Altersgruppen könnte damit zusammenhängen, dass es sich bei der Cochlea-Implantation insgesamt um einen sicheren Eingriff mit wenigen Komplikationen handelt und Kinder sowie Senioren nach Operationen wahrscheinlich intensiver überwacht werden.

4.3 Schlussfolgerung

Ziel der vorliegenden Studie war es, festzustellen, ob eine einmalige perioperative Antibiotikagabe (Single-Shot-Antibiotikaphylaxe) im Vergleich zu einer perioperativen Antibiotikaphylaxe über 48 Stunden und 72 Stunden oder länger ein erhöhtes Risiko für postoperative Wundinfektionen birgt. Auf Basis der Ergebnisse der vorliegenden Studie lässt sich festhalten, dass die Dauer der Antibiotikaphylaxe keinen sicher nachweisbaren Einfluss auf das Auftreten postoperativer Wundinfektionen nach Cochlea-Implantation hat. Es konnte kein signifikant erhöhtes Risiko für Wundinfektionen bei der Single-Shot-Antibiotikaphylaxe gegenüber einer mehrtägigen Antibiotikaphylaxe nachgewiesen werden. Zudem zeigte sich in der vorliegenden Studie kein statistisch signifikant erhöhtes Risiko einer postoperativen Wundinfektion bei Einflussfaktoren wie beispielsweise Voroperationen oder immunsupprimierenden Erkrankungen/Medikamenten. Aufgrund der vielversprechenden Ergebnisse der vorliegenden Studie, insbesondere im Hinblick auf die Single-Shot-Antibiotikaphylaxe, erscheinen weitere Studien sinnvoll. Wie bereits in der gemeinsamen Publikation empfohlen, wäre eine multizentrische, randomisiert und kontrollierte Studie empfehlenswert (Schaumann et al. 2024). Eine zentrumsübergreifende Weiterführung der Datenerhebung wurde zu einer Verbesserung der Datenlage und somit zu einer generellen Erhöhung der Patientenzahl sowie einer Erhöhung der Inzidenz von Wundinfektionen führen. Durch eine Erhebung in verschiedenen Zentren und in verschiedenen Gegenden könnten die Ergebnisse auf eine größere Population mit unterschiedlichen sozialen und medizinischen Strukturen erweitert werden. Neben der Multizentrität wäre die Durchführung einer randomisierten kontrollierten Studie sinnvoll. Durch die zufällige Zuordnung der Probanden in die jeweiligen Gruppen werden Störfaktoren besser verteilt, was somit zu einer Reduktion der Stichprobenverzerrung führt. Durch eine Kontrollgruppe kann der Effekt einer Intervention klarer beurteilt und somit besser auf die entsprechende Intervention zurückgeführt werden. Um methodische Variationen und eine daraus resultierende Verzerrung der Studienergebnisse zu vermeiden, sollte ein klar definiertes Schema für das prä-, peri- und postoperative Vorgehen sowie eine standardisierte Dokumentation verwendet werden, nach dem alle

teilnehmenden Zentren arbeiten. Beispiele hierfür wären eine vorgegebene Einteilung der antibiotischen Prophylaxen (Single-Shot, 48 Std., ≥ 72 Std.), eine Einteilung von Minor- und Majorinfektion analog zur vorliegenden Studie und ein standardisierter Zugangsweg (z.B. Freiburger-Inzision). Aufgrund von gleichen Voraussetzungen in den teilnehmenden Zentren würde sich die interne Validität verbessern. Diese Maßnahmen könnten dazu beitragen, aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten und die bestmögliche Antibiotikaprophylaxe für die Cochlea-Implantat-Patienten zu finden.

5 Literaturverzeichnis

Abele-Horn et al. (2024): S3-Leitlinie Perioperative und Periinterventionelle Antibiotikaphylaxe. AWMF-Registernummer 067 - 009. Hg. v. Deutsche Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie e.V. (DGHM). Online verfügbar unter <https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/067-009>, zuletzt geprüft am 07.04.2025.

Advanced Bionics AG and affiliates: Technical Specifications HIRES™ ULTRA 3D COCHLEAR IMPLANT. Online verfügbar unter <https://www.advancedbionics.com/content/dam/advancedbionics/Documents/Regional/en-gb/Professional/Ultra-3D-Tech-Specs-Brochure.pdf>, zuletzt geprüft am 18.04.2025.

Almosnino, Galit; Zeitler, Daniel M.; Schwartz, Seth R. (2018): Postoperative Antibiotics Following Cochlear Implantation: Are They Necessary? In: *The Annals of otology, rhinology, and laryngology* 127 (4), S. 266–269. DOI: 10.1177/0003489418758101.

Anne, Samantha; Ishman, Stacey L.; Schwartz, Seth (2016): A Systematic Review of Perioperative Versus Prophylactic Antibiotics for Cochlear Implantation. In: *The Annals of otology, rhinology, and laryngology* 125 (11), S. 893–899. DOI: 10.1177/0003489416660113.

Aschendorff, A.; Jaekel, K.; Schipper, J.; Maier, W.; Laszig, R.; Klenzner, T. (2005): Die Freiburger Inzision zum Cochlear Implant -- Erste Ergebnisse. In: *Laryngo-Rhino-Otol* 84 (6), S. 408–411. DOI: 10.1055/s-2005-861018.

Ayub, Bushra; Young, Nancy M. (2016): Cochlear implantation of solid organ transplant patients receiving immunosuppressive therapy. In: *International journal of pediatric otorhinolaryngology* 91, S. 19–22. DOI: 10.1016/j.ijporl.2016.10.002.

Basavaraj, Sreeshyla; Najaraj, Sivaji; Shanks, Mary; Wardrop, Peter; Allen, Agnes A. (2004): Short-term versus long-term antibiotic prophylaxis in cochlear implant surgery. In: *Otology & neurotology : official publication of the American Otological Society, American Neurotology Society [and] European Academy of Otology and Neurotology* 25 (5), S. 720–722. DOI: 10.1097/00129492-200409000-00012.

Berrios-Torres, Sandra I.; Umscheid, Craig A.; Bratzler, Dale W.; Leas, Brian; Stone, Erin C.; Kelz, Rachel R. et al. (2017): Centers for Disease Control and Prevention Guideline for the Prevention of Surgical Site Infection, 2017. In: *JAMA surgery* 152 (8), S. 784–791. DOI: 10.1001/jamasurg.2017.0904.

Bröker, Barbara M.; Fleischer, Bernhard (2023): Grundwissen Immunologie. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

Bruder, Dunja; Cornely, Oliver Andreas; Dörries, Rüdiger; Geginat, Gernot; Reischl, Udo (2019): Medizinische Mikrobiologie. 560 Abbildungen. 7., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage. Hg. v. Herbert Hof und Dirk Schlüter. Stuttgart: Thieme (Duale Reihe).

Buchman, Craig A.; Gifford, René H.; Haynes, David S.; Lenarz, Thomas; O'Donoghue, Gerard; Adunka, Oliver et al. (2020): Unilateral Cochlear Implants for Severe, Profound, or Moderate Sloping to Profound Bilateral Sensorineural Hearing Loss: A Systematic Review and Consensus Statements. In: *JAMA otolaryngology-- head & neck surgery* 146 (10), S. 942–953. DOI: 10.1001/jamaoto.2020.0998.

Cancienne, Jourdan M.; Awowale, John T.; Camp, Christopher L.; Degen, Ryan M.; Shiu, Brian; Wang, Dean; Werner, Brian C. (2020): Therapeutic postoperative anticoagulation is a risk factor for wound complications, infection, and revision after shoulder arthroplasty. In: *Journal of shoulder and elbow surgery* 29 (7S), S67-S72. DOI: 10.1016/j.jse.2019.11.029.

Center of Disease Control and Prevention (1999): Guideline for Prevention of surgical site Infection. Hg. v. Center of Disease Control and Prevention. Online verfügbar unter <https://stacks.cdc.gov/view/cdc/7160>.

Chatelin, Veronique; Kim, Eugene J.; Driscoll, Colin; Larky, Jannine; Polite, Colleen; Price, Laura; Lalwani, Anil K. (2004): Cochlear implant outcomes in the elderly. In: *Otology & neurotology : official publication of the American Otological Society, American Neurotology Society [and] European Academy of Otology and Neurotology* 25 (3), S. 298–301. DOI: 10.1097/00129492-200405000-00017.

Cochlear Ltd.: Nucleus® guides/technical specifications. Online verfügbar unter <https://www.cochlear.com/us/en/professionals/products-and-candidacy/product-guides-and-order-forms/nucleus>, zuletzt geprüft am 26.03.2025.

Cohen, Noel L.; Hirsch, Barry E. (2010): Current status of bacterial meningitis after cochlear implantation. In: *Otology & neurotology : official publication of the American Otological Society, American Neurotology Society [and] European Academy of Otology and Neurotology* 31 (8), S. 1325–1328. DOI: 10.1097/MAO.0b013e3181f2ed06.

Davids, Taryn; Ramsden, James D.; Gordon, Karen A.; James, Adrian L.; Papsin, Blake C. (2009): Soft tissue complications after small incision pediatric cochlear implantation. In: *The Laryngoscope* 119 (5), S. 980–983. DOI: 10.1002/lary.20204.

Deep, Nicholas L.; Dowling, Eric M.; Jethanamest, Daniel; Carlson, Matthew L. (2019): Cochlear Implantation: An Overview. In: *Journal of neurological surgery. Part B, Skull base* 80 (2), S. 169–177. DOI: 10.1055/s-0038-1669411.

Delgado-Rodríguez, M.; Mariscal-Ortiz, M.; Gómez-Ortega, A.; Martínez-Gallego, G.; Palma-Pérez, S.; Sillero-Arenas, M.; Medina-Cuadros, M. (2003): Alcohol consumption and the risk of nosocomial infection in general surgery. In: *The British journal of surgery* 90 (10), S. 1287–1293. DOI: 10.1002/bjs.4186.

DeSaSouza, Sandra (Hg.) (2022): Cochlear Implants. New and Future Directions. 1st ed. 2022. Singapore: Springer Nature Singapore; Imprint Springer.

Deutsche Gesellschaft für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, Kopf- und Hals-Chirurgie e. V. (2020): S2k-Leitlinie Cochlea-Implantat Versorgung. AWMF-Register-Nr. 017/071. Hg. v. Deutsche Gesellschaft für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, Kopf- und Hals-Chirurgie e. V. (DGHNO-KHC) (AWMF-Register-Nr. 017/071). Online verfügbar unter https://register.awmf.org/assets/guidelines/017-0711_S2k_Cochlea-Implantat-Versorgung-zentral-auditorische-Implantate_2020-12.pdf, zuletzt geprüft am 07.04.2025.

Dhanasingh, Anandhan (2021): The rationale for FLEX (cochlear implant) electrode with varying array lengths. In: *World journal of otorhinolaryngology - head and neck surgery* 7 (1), S. 45–53. DOI: 10.1016/j.wjorl.2019.12.003.

- Dhanasingh, Anandhan; Jolly, Claude (2019): Review on cochlear implant electrode array tip fold-over and scalar deviation. In: *Journal of otology* 14 (3), S. 94–100. DOI: 10.1016/j.joto.2019.01.002.
- Dissemond, J.; Assadian, O.; Gerber, V.; Kingsley, A.; Kramer, A.; Leaper, D. J. et al. (2011): Classification of wounds at risk and their antimicrobial treatment with polihexanide: a practice-oriented expert recommendation. In: *Skin pharmacology and physiology* 24 (5), S. 245–255. DOI: 10.1159/000327210.
- El-Saied, S.; Joshua, B-Z; Abu Tailakh, M.; Jagev, I.; Goral, R.; Kraus, M.; Kaplan, D. M. (2018): Early postoperative fever in paediatric patients undergoing cochlear implant surgery. In: *Clinical otolaryngology : official journal of ENT-UK ; official journal of Netherlands Society for Oto-Rhino-Laryngology & Cervico-Facial Surgery* 43 (1), S. 385–388. DOI: 10.1111/coa.13009.
- Farinetti, A.; Ben Gharbia, D.; Mancini, J.; Roman, S.; Nicollas, R.; Triglia, J-M (2014): Cochlear implant complications in 403 patients: comparative study of adults and children and review of the literature. In: *European annals of otorhinolaryngology, head and neck diseases* 131 (3), S. 177–182. DOI: 10.1016/j.anorl.2013.05.005.
- Franzen, Achim (2007): Hals-Nasen- und Ohrenheilkunde. Kurzlehrbuch. 3., aktualisierte Aufl. München, Jena: Elsevier Urban & Fischer (Klinik). Online verfügbar unter http://bvbr.bib-bvb.de:8991/F?func=service&doc_library=BVB01&doc_number=015985496&line_number=0002&func_code=DB_RECORDS&service_type=MEDIA.
- Freie Universität Berlin: Statistische Tests für Kontingenztabellen. Online verfügbar unter <https://wikis.fu-berlin.de/pages/viewpage.action?pageId=712409813>, zuletzt geprüft am 09.03.2025.
- Garcia-Valdecasas, Juan; Jiménez-Moleon, Jose Juan; Sainz, Manuel; Fornieles, Constanza; Ballesteros, Jose Manuel (2009): Prophylactic effect of clarithromycin in skin flap complications in cochlear implants surgery. In: *The Laryngoscope* 119 (10), S. 2032–2036. DOI: 10.1002/lary.20603.
- Global burden of bacterial antimicrobial resistance 1990-2021: a systematic analysis with forecasts to 2050 (2024). In: *Lancet (London, England)* 404 (10459), S. 1199–1226.
- Global burden of bacterial antimicrobial resistance in 2019: a systematic analysis (2022). In: *Lancet (London, England)* 399 (10325), S. 629–655.
- Grønkjær, Marie; Eliassen, Marie; Skov-Ettrup, Lise Skrubbeltrang; Tolstrup, Janne Schurmann; Christiansen, Anne Hjøllund; Mikkelsen, Stine Schou et al. (2014): Preoperative smoking status and postoperative complications: a systematic review and meta-analysis. In: *Annals of surgery* 259 (1), S. 52–71. DOI: 10.1097/SLA.0b013e3182911913.
- Gudis, David A.; Montes, Michelle; Bigelow, Douglas C.; Ruckenstein, Michael J. (2012): The round window: is it the "cochleostomy" of choice? Experience in 130 consecutive cochlear implants. In: *Otology & neurotology : official publication of the American Otological Society, American Neurotology Society [and] European Academy of Otology and Neurotology* 33 (9), S. 1497–1501. DOI: 10.1097/MAO.0b013e31826a52c7.

Hirner, Andreas; Weise, Kuno (Hg.) (2008): Chirurgie. 234 Tabellen, 427 Textboxen mit vertiefendem Wissen ; [inklusive CD-ROM mit 36 Videofilmen. 2., überarb. Aufl. Stuttgart: Thieme. Online verfügbar unter <https://swbplus.bsz-bw.de/bsz283247363idx.htm>.

Hirsch, Barry E.; Blikas, Athanasios; Whitaker, Mark (2007): Antibiotic prophylaxis in cochlear implant surgery. In: *The Laryngoscope* 117 (5), S. 864–867. DOI: 10.1097/MLG.0b013e318033c2f9.

Holube, I.; Dziemba, O.; Fedtke, T.; Hoth, S.; Michel, O.; Neumann, K. et al. (2024): Die WHO-Klassifikation von Hörverlusten : Ein Konsens zu einer deutschen Fassung. In: *HNO* 72 (8), S. 561–564. DOI: 10.1007/s00106-024-01494-z.

Kabelka, Zdenek; Groh, Daniel; Katra, Rami; Jurovcik, Michal (2010): Bacterial infection complications in children with cochlear implants in the Czech Republic. In: *International journal of pediatric otorhinolaryngology* 74 (5), S. 499–502. DOI: 10.1016/j.ijporl.2010.02.007.

Kajal, Smile; Mishra, Archana; Gupta, Pooja; Kairo, Arvind Kumar (2022): Duration of Antibiotic Prophylaxis for Cochlear Implantation: A Systematic Review. In: *The journal of international advanced otology* 18 (3), S. 269–275. DOI: 10.5152/iao.2022.21454.

Kaye, Keith S.; Schmader, Kenneth E.; Sawyer, Robert (2004): Surgical site infection in the elderly population. In: *Clinical infectious diseases : an official publication of the Infectious Diseases Society of America* 39 (12), S. 1835–1841. DOI: 10.1086/425744.

Keely Boyle, K.; Rachala, Sridhar; Nodzo, Scott R. (2018): Centers for Disease Control and Prevention 2017 Guidelines for Prevention of Surgical Site Infections: Review and Relevant Recommendations. In: *Current reviews in musculoskeletal medicine* 11 (3), S. 357–369. DOI: 10.1007/s12178-018-9498-8.

Klabbers, Tim M.; Heutink, Floris; Huinck, Wendy J.; van der Woude, Willem-Jan; Verbist, Berit M.; Mylanus, Emmanuel A. M. (2022): Intracochlear electrode array position and cochlear implant outcomes using the nucleus slim modiolar electrode and the extended round window approach: a follow-up study. In: *European archives of oto-rhino-laryngology : official journal of the European Federation of Oto-Rhino-Laryngological Societies (EUFOS) : affiliated with the German Society for Oto-Rhino-Laryngology - Head and Neck Surgery* 279 (10), S. 4735–4743. DOI: 10.1007/s00405-021-07247-w.

KRINKO (2018): Prävention postoperativer Wundinfektionen. DOI: 10.25646/6402.

Lenarz, Thomas (2017): Cochlear Implant – State of the Art. In: *Laryngo- rhino- otologie* 96 (S 01), S123-S151. DOI: 10.1055/s-0043-101812.

Lenarz, Thomas; Boenninghaus, Hans-Georg (2012): Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde. 14., überarbeitete Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer (Springer-Lehrbuch).

Lescanne, Emmanuel; Al Zahrani, Musaed; Bakhos, David; Robier, Alain; Morinière, Sylvain (2011): Revision surgeries and medical interventions in young cochlear implant recipients. In: *International journal of pediatric otorhinolaryngology* 75 (10), S. 1221–1224. DOI: 10.1016/j.ijporl.2011.07.003.

Lin, Frank R.; Yaffe, Kristine; Xia, Jin; Xue, Qian-Li; Harris, Tamara B.; Purchase-Helzner, Elizabeth et al. (2013): Hearing Loss and Cognitive Decline in Older Adults. In: *JAMA Intern Med* 173 (4), S. 293. DOI: 10.1001/jamainternmed.2013.1868.

Liu, Bo; Li, Kangpeng; Li, Shengtao; Zhao, Rugang; Zhang, Qiang (2023): The association between the CD4/CD8 ratio and surgical site infection risk among HIV-positive adults: insights from a China hospital. In: *Frontiers in immunology* 14, S. 1135725. DOI: 10.3389/fimmu.2023.1135725.

MED-EL Elektromedizinische Geräte GmbH: Cochleaimplantat. Hg. v. MED-EL Elektromedizinische Geräte GmbH. Online verfügbar unter <https://medel.canto.global/v/press/album/RSNCD?viewIndex=2&display=curatedView>, zuletzt geprüft am 09.03.2025.

MED-EL Medical Electronics: Technical Specifications SYNCHRONY 2 Cochlear Implant. Online verfügbar unter <https://www.medel.com/hearing-solutions/cochlear-implants/synchrony2>, zuletzt geprüft am 29.03.2025.

Methodenberatung der Universität Zürich: Logistische Regressionsanalyse. Universität Zürich. Online verfügbar unter https://www.methodenberatung.uzh.ch/de/datenanalyse_spss/zusammenhaenge/lreg.html, zuletzt geprüft am 09.03.2025.

Migirov, Lela; Taitelbaum-Swead, Riki; Drendel, Michael; Hildesheimer, Minka; Kronenberg, Jona (2010): Cochlear implantation in elderly patients: surgical and audiological outcome. In: *Gerontology* 56 (2), S. 123–128. DOI: 10.1159/000235864.

Müller, Joachim; Molenda, Carmen; Polterauer, Daniel (2024): Aktuelle Trends und Entwicklungen bei der Cochlea-Implantat-Versorgung. In: *Sprache · Stimme · Gehör* 48 (01), S. 22–31. DOI: 10.1055/a-2195-4886.

Oticon A/S: Cochlear Implant System Product Information Neuro Zti cochlear implant range. Online verfügbar unter <https://www.oticonmedical.com/-/media/medical/main/files/ci/products/neuro-zti/pi/en/neuro-zti-product-information---english---m80689.pdf?la=en>, zuletzt geprüft am 26.03.2025.

Parent, V.; Codet, M.; Aubry, K.; Bordure, P.; Bozorg-Grayeli, A.; Deguine, O. et al. (2020): The French Cochlear Implant Registry (EPIIC): Cochlear implantation complications. In: *European annals of otorhinolaryngology, head and neck diseases* 137 Suppl 1, S37-S43. DOI: 10.1016/j.anorl.2020.07.007.

Probst, Rudolf (2008): Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde. 3. Aufl. Stuttgart: Thieme.

Robert Koch-Institut (2017): Definitionen nosokomialer Infektionen für die Surveillance im Krankenhaus-Infektions- Surveillance-System (KISS-Definitionen).

Roland, Peter S.; Wright, Charles G.; Isaacson, Brandon (2007): Cochlear implant electrode insertion: the round window revisited. In: *The Laryngoscope* 117 (8), S. 1397–1402. DOI: 10.1097/MLG.0b013e318064e891.

Sayed-Hassan, Achraf; Hermann, Ruben; Chidiac, Frédéric; Truy, Eric; Guevara, Nicolas; Bailleux, Sonanda et al. (2019): Association of the Duration of Antibiotic Therapy With Major Surgical Site Infection in Cochlear Implantation. In: *JAMA otolaryngology-- head & neck surgery* 145 (1), S. 14–20. DOI: 10.1001/jamaoto.2018.1998.

Schaumann, Katharina; Mütz, D.; Althaus, L.; Prinzen, T.; Schipper, J.; Klenzner, T. (2024): Perioperative antibiotic prophylaxis in the setting of cochlear implantation: a retrospective analysis of 700 cases. In: *European archives of oto-rhino-laryngology : official journal of the European Federation of Oto-Rhino-Laryngological Societies (EUFOS) : affiliated with the German Society for Oto-Rhino-Laryngology - Head and Neck Surgery* 281 (8), S. 4021–4028. DOI: 10.1007/s00405-024-08515-1.

Schweinitz, Dietrich von; Ure, Benno (Hg.) (2013): *Kinderchirurgie*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

Siewert, Jörg R. (Hg.) (2012): *Chirurgie. Mit integriertem Fallquiz; mit ... 159 Tabellen*. 9., überarb. Aufl. Berlin, Heidelberg: Springer (Springer-Lehrbuch).

Sørensen, Lars Tue (2012): Wound healing and infection in surgery: the pathophysiological impact of smoking, smoking cessation, and nicotine replacement therapy: a systematic review. In: *Annals of surgery* 255 (6), S. 1069–1079. DOI: 10.1097/SLA.0b013e31824f632d.

Suerbaum, Sebastian; Burchard, Gerd-Dieter; Kaufmann, Stefan H. E.; Schulz, Thomas F. (Hg.) (2016): *Medizinische Mikrobiologie und Infektiologie*. 8., überarb. Aufl. 2016. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg (Springer-Lehrbuch). Online verfügbar unter <http://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:31-epflicht-1517270>.

Theunisse, Henricus J.; Pennings, Ronald J. E.; Kunst, Henricus P. M.; Mulder, Jef J.; Mylanus, Emmanuel A. M. (2018): Risk factors for complications in cochlear implant surgery. In: *European archives of oto-rhino-laryngology : official journal of the European Federation of Oto-Rhino-Laryngological Societies (EUFOS) : affiliated with the German Society for Oto-Rhino-Laryngology - Head and Neck Surgery* 275 (4), S. 895–903. DOI: 10.1007/s00405-018-4901-z.

Thum, Christin; Lenarz, Thomas; Fleßa, Steffen (2022): Direct cost of cochlear implants in Germany - a strategic simulation. In: *Health economics review* 12 (1), S. 64. DOI: 10.1186/s13561-022-00405-8.

Thum, Christin; Lenarz, Thomas; Lesinski-Schiedat, Anke; Fleßa, Steffen (2020): Lifetime cost of unilateral cochlear implants in adults: a Monte Carlo simulation. In: *The European journal of health economics : HEPAC : health economics in prevention and care* 21 (6), S. 963–975. DOI: 10.1007/s10198-020-01188-7.

Trampisch, Hans Joachim (Hg.) (2000): *Medizinische Statistik*. Mit 89 Tabellen. 2., überarb. und aktualisierte Aufl. Berlin, Heidelberg: Springer (Springer-Lehrbuch).

Vijendren, Ananth; Borsetto, Daniele; Barker, Eleanor J.; Manjaly, Joseph G.; Tysome, James R.; Axon, Patrick R. et al. (2019): A systematic review on prevention and management of wound infections from cochlear implantation. In: *Clinical otolaryngology : official journal of ENT-UK ; official journal of Netherlands Society for Oto-Rhino-Laryngology & Cervico-Facial Surgery* 44 (6), S. 1059–1070. DOI: 10.1111/coa.13444.

Webster, Joan; Croger, Sarah; Lister, Carolyn; Doidge, Michelle; Terry, Michael J.; Jones, Ian (2010): Use of face masks by non-scrubbed operating room staff: a randomized controlled trial. In: *ANZ journal of surgery* 80 (3), S. 169–173. DOI: 10.1111/j.1445-2197.2009.05200.x.

Wilson, Blake S.; Dorman, Michael F. (2008): Cochlear implants: a remarkable past and a brilliant future. In: *Hearing research* 242 (1-2), S. 3–21. DOI: 10.1016/j.heares.2008.06.005.

Wissenschaftlicher Dienst des Bundestages (2022): Aktuelle statistische Daten zu Cochlea-Implantaten. Hg. v. Deutscher Bundestag. Deutscher Bundestag. Online verfügbar unter <https://www.bundestag.de/resource/blob/909018/7a57be6e6721ed9c032d73839a698213/WD-9-046-22-pdf-data.pdf>.

Wong, Daniel Jun Yi; Moran, Michelle; O'Leary, Stephen John (2016): Outcomes After Cochlear Implantation in the Very Elderly. In: *Otology & neurotology : official publication of the American Otological Society, American Neurotology Society [and] European Academy of Otology and Neurotology* 37 (1), S. 46–51. DOI: 10.1097/MAO.0000000000000920.

World Health Organization (2021): World Report on Hearing. 1st ed. Geneva: World Health Organization. Online verfügbar unter <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kxp/detail.action?docID=30478259>.

Würfel, Waldemar; Lanfermann, Heinrich; Lenarz, Thomas; Majdani, Omid (2014): Cochlear length determination using Cone Beam Computed Tomography in a clinical setting. In: *Hearing research* 316, S. 65–72. DOI: 10.1016/j.heares.2014.07.013.

Zahnert, Thomas (2010): Schwerhörigkeit – Ätiologie, Diagnostik und auditive Rehabilitation. In: *Laryngo-Rhino-Otol* 89 (11), S. 669–693. DOI: 10.1055/s-0030-1267371.

Zeng, Fan-Gang; Rebscher, Stephen; Harrison, William; Sun, Xiaoan; Feng, Haihong (2008): Cochlear implants: system design, integration, and evaluation. In: *IEEE reviews in biomedical engineering* 1, S. 115–142. DOI: 10.1109/RBME.2008.2008250.

Zhang, Xiaoying; Hou, Aisheng; Cao, Jiangbei; Liu, Yanhong; Lou, Jingsheng; Li, Hao et al. (2022): Association of Diabetes Mellitus With Postoperative Complications and Mortality After Non-Cardiac Surgery: A Meta-Analysis and Systematic Review. In: *Frontiers in endocrinology* 13, S. 841256. DOI: 10.3389/fendo.2022.841256.

6 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Anatomie des Ohres (rot) sowie Aufbau eines Cochlea-Implantats (blau) (MED-EL Elektromedizinische Geräte GmbH).....	4
Abb. 2: Major- und Minorinfektionen nach Dauer der perioperativen antibiotischen Prophylaxen	23
Abb. 3: Arten der nichtinfektionsbedingten Komplikationen sowie die Anzahl ihres jeweiligen Auftretens	34

7 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Schweregrad der Hörstörungen nach der WHO	2
Tabelle 2: Kontaminationsklassen I-IV mit Erläuterung der dazugehörigen Operationsbereiche	8
Tabelle 3: Parameter der Datenerhebung sowie deren Klassifizierungen	12
Tabelle 4: Einteilung Minor- und Majorinfektionen nach Schweregrad und entsprechendem Therapieaufwand	16
Tabelle 5: Beispiel der Kodierung zur Dauer der perioperativen antibiotischen Prophylaxen	17
Tabelle 6: Kreuztabelle zur Dauer der antibiotischen Prophylaxe und Infektionen.....	21
Tabelle 7: Logistische Regression zur Dauer der antibiotischen Prophylaxen und Infektionen	21
Tabelle 8: Kreuztabelle zur Dauer der antibiotischen Prophylaxe und Infektionen bei Kindern	22
Tabelle 9: Logistische Regression zur Dauer der antibiotischen Prophylaxen und Infektionen bei Kindern	22
Tabelle 10: Kreuztabelle zur Dauer der Antibiotikaprophylaxe und den Majorinfektionen	23
Tabelle 11: Übersicht der Majorinfektionen mit der Darstellung von Geschlecht, Alter, Antibiosedauer, postoperativer Tag der Wundinfektion, Art der Infektion und der entsprechenden Therapie	25
Tabelle 12: Kreuztabelle zur Antibiotika-Art und Wundinfektionen	26
Tabelle 13: Logistische Regression zur Antibiotika-Art und Wundinfektionen	26
Tabelle 14: Kreuztabelle zum operativen Zugang zur Cochlea und Wundinfektionen.....	27
Tabelle 15: Logistische Regression zum operativen Zugang zur Cochlea und Wundinfektionen	27
Tabelle 16: Kreuztabelle zu den Implantatherstellern und Wundinfektionen	27
Tabelle 17: Logistische Regression zum Implantathersteller und Wundinfektionen	28
Tabelle 18: Kreuztabelle zu Voroperationen am Ohr und Wundinfektionen	28
Tabelle 19: Logistische Regression zu Voroperationen am Ohr und Wundinfektionen	29
Tabelle 20: Logistische Regression zu Voroperationen am Ohr und Wundinfektionen	29
Tabelle 21: Logistische Regression zu Vorerkrankungen und Wundinfektionen	29
Tabelle 22: Kreuztabelle zu Medikamenten und Wundinfektionen	30
Tabelle 23: Logistische Regression zu Medikamenten und Wundinfektionen	30

Tabelle 24: Kreuztabelle zum chronischen Alkoholabusus und Wundinfektionen.....	31
Tabelle 25: Kreuztabelle zum Nikotinabusus und Wundinfektionen	31
Tabelle 26: Logistische Regression zum chronischen Alkoholabusus und Wundinfektionen	31
Tabelle 27: Logistische Regression zum Nikotinabusus und Wundinfektionen	31
Tabelle 28: Kreuztabelle zu Kindern/Jugendlichen/Erwachsenen und Wundinfektionen ..	32
Tabelle 29: Kreuztabelle zu den verschiedenen Altersgruppen und Wundinfektionen.....	32
Tabelle 30: Logistische Regression zu Kindern/Jugendlichen/Erwachsenen und Wundinfektionen	32
Tabelle 31: Logistische Regression zu den verschiedenen Altersgruppen und Wundinfektionen	33
Tabelle 32: Vergleich der in der Literatur beschriebenen Infektionsraten	37

8 Anhang

Das Auftreten einer Wundinfektion je nach Antibiotikadauer (Single-Shot, 48 Std. und ≥ 72 Std.)

*Dauer der Antibiose * Infektion, ja/nein Crosstabulation*

			Infektion, ja/nein		Total
			nein	ja	
Dauer der Antibiose	single shot	Count	59	8	67
		% within Dauer der Antibiose	88,1%	11,9%	100,0%
	48 Std	Count	141	17	158
		% within Dauer der Antibiose	89,2%	10,8%	100,0%
	>3 Tage	Count	406	39	445
		% within Dauer der Antibiose	91,2%	8,8%	100,0%
Total		Count	606	64	670
		% within Dauer der Antibiose	90,4%	9,6%	100,0%

Logistic Regression

Dependent Variable Encoding

Original Value	Internal Value
nein	0
ja	1

Categorical Variables Codings

			Parameter coding	
		Frequency	(1)	(2)
Dauer der Antibiose	single shot	67	1	0
	48 Std	158	0	1
	>3 Tage	445	0	0

Omnibus Tests of Model Coefficients

		Chi-square	df	Sig.
Step 1	Step	1,00	2,00	0,607
	Block	1,00	2,00	0,607
	Model	1,00	2,00	0,607

Model Summary

Step	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square
1	421,28 ^a	0,00	0,00

a. Estimation terminated at iteration number 5 because parameter estimates changed by less than 0,001.

Variables in the Equation

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95% C.I. for EXP(B)	
								Lower	Upper
Step 1 ^a	Dauer der Antibiose			1,02	2,00	0,600			
	Dauer der Antibiose(1)	0,34	0,41	0,70	1,00	0,403	1,41	0,63	3,17
	Dauer der Antibiose(2)	0,23	0,31	0,55	1,00	0,459	1,26	0,69	2,29
	Constant	-2,34	0,17	195,30	1,00	0,000	0,10		

a. Variable(s) entered on step 1: Dauer der Antibiose.

Exakter Test nach Fisher und Cramer's V (Single-Shot vs. 48 Std.)

Infektion, ja/nein * Dauer der Antibiose Crosstabulation

		Dauer der Antibiose				Total	
		single shot		48 Std			
		N	%	N	%	N	%
Infektion, ja/nein	nein	59 _a	88,1%	141 _a	89,2%	200	88,9%
	ja	8 _a	11,9%	17 _a	10,8%	25	11,1%
Total		67	100,0%	158	100,0%	225	100,0%

Each subscript letter denotes a subset of Dauer der Antibiose categories whose column proportions do not differ significantly from each other at the 0,05 level.

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)
Fisher's Exact Test				0,82

a. 0 cells (0,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 7,44.

b. Computed only for a 2x2 table

c. The standardized statistic is -0,257.

Symmetric Measures

	Value
Nominal by Nominal	Cramer's V 0,02

Exacters Test nach Fisher und Cramer's V (Single-Shot vs. ≥ 72 Std.)

*Infektion, ja/nein * Dauer der Antibiose Crosstabulation*

		Dauer der Antibiose					
		single shot		>3 Tage			
		N	%	N	%	N	%
Infektion, ja/nein	nein	59 _a	88,1%	406 _a	91,2%	465	90,8%
	ja	8 _a	11,9%	39 _a	8,8%	47	9,2%
Total		67	100,0%	445	100,0%	512	100,0%

Each subscript letter denotes a subset of Dauer der Antibiose categories whose column proportions do not differ significantly from each other at the 0,05 level.

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)
Fisher's Exact Test				0,37

a. 0 cells (0,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 6,15.

b. Computed only for a 2x2 table

c. The standardized statistic is -0,839.

Symmetric Measures

		Value
Nominal by Nominal	Cramer's V	0,04

Das Auftreten einer Wundinfektion bei Kindern je nach Antibiotikadauer (Single-Shot, 48 Std. und ≥ 72 Std.)

*Dauer der Antibiose * Infektion, ja/nein Crosstabulation*

			Infektion, ja/nein		Total
			nein	ja	
Dauer der Antibiose	single shot	Count	7	0	7
		% within Dauer der Antibiose	100,0%	0,0%	100,0%
	48 Std	Count	24	3	27
		% within Dauer der Antibiose	88,9%	11,1%	100,0%
	>3 Tage	Count	125	13	138
		% within Dauer der Antibiose	90,6%	9,4%	100,0%
Total		Count	156	16	172
		% within Dauer der Antibiose	90,7%	9,3%	100,0%

Logistic Regression									
Dependent Variable Encoding									
Original Value		Internal Value							
nein		0							
ja		1							
Categorical Variables Codings									
		Frequency	Parameter coding						
			(1)	(2)					
Dauer der Antibiose	single shot	7	1	0					
	48 Std	27	0	1					
	>3 Tage	138	0	0					
Omnibus Tests of Model Coefficients									
		Chi-square	df	Sig.					
Step 1	Step	1,47	2,00	0,480					
	Block	1,47	2,00	0,480					
	Model	1,47	2,00	0,480					
Model Summary									
Step	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square						
1	104,99 ^a	0,01	0,02						
a. Estimation terminated at iteration number 20 because maximum iterations has been reached. Final solution cannot be found.									
Variables in the Equation									
		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95% C.I. for EXP(B)	
Step 1 ^a	Dauer der Antibiose			0,07	2,00	0,964		Lower	Upper
	Dauer der Antibiose(1)	-18,94	15191,51	0,00	1,00	0,999	0,00	0,00	
	Dauer der Antibiose(2)	0,18	0,68	0,07	1,00	0,786	1,20	0,32	4,54
	Constant	-2,26	0,29	60,32	1,00	0,000	0,10		
a. Variable(s) entered on step 1: Dauer der Antibiose.									

Das Auftreten von Majorinfektionen je nach Antibiotikadauer (Single-Shot, 48 Std. und ≥ 72 Std.)

*Dauer der Antibiose * Major Infektion, ja/nein Crosstabulation*

			Major Infektion, ja/nein		
			nein	ja	Total
Dauer der Antibiose	single shot	Count	64	3	67
		% within Dauer der Antibiose	95,5%	4,5%	100,0%
	48 Std	Count	158	0	158
		% within Dauer der Antibiose	100,0%	0,0%	100,0%
	>3 Tage	Count	437	8	445
		% within Dauer der Antibiose	98,2%	1,8%	100,0%
Total		Count	658	11	670
		% within Dauer der Antibiose	98,4%	1,6%	100,0%

Logistic Regression

Dependent Variable Encoding

Original Value	Internal Value
nein	0
ja	1

Categorical Variables Codings

			Parameter coding	
		Frequency	(1)	(2)
Dauer der Antibiose	single shot	67	1	0
	48 Std	158	0	1
	>3 Tage	445	0	0

Omnibus Tests of Model Coefficients

		Chi-square	df	Sig.
Step 1	Step	7,79	2,00	0,020
	Block	7,79	2,00	0,020
	Model	7,79	2,00	0,020

Model Summary

Step	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square
1	112,53 ^a	0,01	0,07

a. Estimation terminated at iteration number 20 because maximum iterations has been reached. Final solution cannot be found.

Variables in the Equation

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95% C.I. for EXP(B)	
								Lower	Upper
Step 1 ^a	Dauer der Antibiose			1,45	2,00	0,483			
	Dauer der Antibiose(1)	0,82	0,68	1,45	1,00	0,228	2,27	0,60	8,61
	Dauer der Antibiose(2)	-17,32	3197,58	0,00	1,00	0,996	0,00	0,00	
	Constant	-3,88	0,34	132,78	1,00	0,000	0,02		

a. Variable(s) entered on step 1: Dauer der Antibiose.

Das Auftreten einer Wundinfektion je nach präoperativer Medikation (Immunsuppressiva und Blutverdünner)

Medikamentengruppe (2 Kategorien) * Infektion, ja/nein Crosstabulation

			Infektion, ja/nein		Total
			nein	ja	
Medikamentengruppe (2 Kategorien)	keine	Count	536	55	591
		% within Medikamentengruppe (2 Kategorien)	90,7%	9,3%	100,0%
	Blutverdünner	Count	86	10	96
		% within Medikamentengruppe (2 Kategorien)	89,6%	10,4%	100,0%
	Immunsuppressiva	Count	12	1	13
		% within Medikamentengruppe (2 Kategorien)	92,3%	7,7%	100,0%
Total	Count	634	66	700	
	% within Medikamentengruppe (2 Kategorien)	90,6%	9,4%	100,0%	

Logistic Regression									
Dependent Variable Encoding									
Original Value		Internal Value							
nein		0							
ja		1							
Categorical Variables Codings									
			Parameter coding						
		Frequency	(1)	(2)					
Medikamentengruppe (2 Kategorien)	keine	591	0	0					
	Blutverdünner	96	1	0					
	Immunsuppressiva	13	0	1					
Omnibus Tests of Model Coefficients									
		Chi-square	df	Sig.					
Step 1	Step	0,17	2,00	0,921					
	Block	0,17	2,00	0,921					
	Model	0,17	2,00	0,921					
Model Summary									
Step	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square						
1	437,11 ^a	0,00	0,00						
a. Estimation terminated at iteration number 5 because parameter estimates changed by less than 0,001.									
Variables in the Equation									
		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95% C.I. for EXP(B)	
Step 1 ^a	Medikamentengruppe (2 Kategorien)			0,17	2,00	0,921		Lower	Upper
	Medikamentengruppe (2 Kategorien)(1)	0,13	0,36	0,12	1,00	0,730	1,13	0,56	2,31
	Medikamentengruppe (2 Kategorien)(2)	-0,21	1,05	0,04	1,00	0,843	0,81	0,10	6,36
	Constant	-2,28	0,14	258,58	1,00	0,000	0,10		
a. Variable(s) entered on step 1: Medikamentengruppe (2 Kategorien).									

Das Auftreten einer Wundinfektion bei Vorerkrankungen (Immunsuppression oder Gerinnungsstörung)

Vorerkrankung, ja/nein * Infektion, ja/nein Crosstabulation

			Infektion, ja/nein		
			nein	ja	Total
Vorerkrankung, ja/nein	nein	Count	577	62	639
		% within Vorerkrankung, ja/nein	90,3%	9,7%	100,0%
	ja	Count	57	4	61
		% within Vorerkrankung, ja/nein	93,4%	6,6%	100,0%
Total		Count	634	66	700
		% within Vorerkrankung, ja/nein	90,6%	9,4%	100,0%

Logistic Regression

Dependent Variable Encoding

Original Value	Internal Value
nein	0
ja	1

Categorical Variables Codings

		Frequency	Parameter coding (1)
Vorerkrankung, ja/nein	nein	639	0
	ja	61	1

Omnibus Tests of Model Coefficients

		Chi-square	df	Sig.
Step 1	Step	0,71	1,00	0,400
	Block	0,71	1,00	0,400
	Model	0,71	1,00	0,400

Model Summary

Step	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square
1	436,57 ^a	0,00	0,00

a. Estimation terminated at iteration number 5 because parameter estimates changed by less than 0,001.

Variables in the Equation

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95% C.I. for EXP(B)	
								Lower	Upper
Step 1 ^a	Vorerkrankung, ja/nein(1)	-0,43	0,53	0,64	1,00	0,425	0,65	0,23	1,86
	Constant	-2,23	0,13	278,58	1,00	0,000	0,11		

a. Variable(s) entered on step 1: Vorerkrankung, ja/nein.

Das Auftreten einer Wundinfektion bei Voroperationen am Ohr

Voroperation, ja/nein * Infektion, ja/nein Crosstabulation

			Infektion, ja/nein		Total
			nein	ja	
Voroperation, ja/nein	nein	Count	515	53	568
		% within Voroperation, ja/nein	90,7%	9,3%	100,0%
	ja	Count	119	13	132
		% within Voroperation, ja/nein	90,2%	9,8%	100,0%
Total		Count	634	66	700
		% within Voroperation, ja/nein	90,6%	9,4%	100,0%

Logistic Regression

Dependent Variable Encoding

Original Value	Internal Value
nein	0
ja	1

Categorical Variables Codings

		Frequency	Parameter coding
			(1)
Voroperation, ja/nein	nein	568	0
	ja	132	1

Omnibus Tests of Model Coefficients

		Chi-square	df	Sig.
Step 1	Step	0,03	1,00	0,855
	Block	0,03	1,00	0,855
	Model	0,03	1,00	0,855

Model Summary

Step	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square
1	437,25 ^a	0,00	0,00

a. Estimation terminated at iteration number 5 because parameter estimates changed by less than 0.001.

Variables in the Equation

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95% C.I. for EXP(B)	
Step 1 ^a	Voroperation, ja/nein(1)	0,06	0,33	0,03	1,00	0,855	1,06	0,56	2,01
	Constant	-2,27	0,14	248,47	1,00	0,000	0,10		

a. Variable(s) entered on step 1: Voroperation, ja/nein.

Das Auftreten einer Wundinfektion bei Nikotinabusus

Nikotin, ja/nein * Infektion, ja/nein Crosstabulation

			Infektion, ja/nein		Total
			nein	ja	
Nikotin, ja/nein	nein	Count	540	61	601
		% within Nikotin, ja/nein	89,9%	10,1%	100,0%
	ja	Count	94	5	99
		% within Nikotin, ja/nein	94,9%	5,1%	100,0%
Total		Count	634	66	700
		% within Nikotin, ja/nein	90,6%	9,4%	100,0%

Logistic Regression									
Dependent Variable Encoding									
Original Value	Internal Value								
nein	0								
ja	1								
Categorical Variables Codings									
		Frequency	Parameter coding						
			(1)						
Nikotin, ja/nein	nein	601	0						
	ja	99	1						
Omnibus Tests of Model Coefficients									
Step 1	Step	Chi-square	df	Sig.					
		2,99	1,00	0,084					
	Block	2,99	1,00	0,084					
	Model	2,99	1,00	0,084					
Model Summary									
Step	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square						
1	434,29 ^a	0,00	0,01						
a. Estimation terminated at iteration number 6 because parameter estimates changed by less than 0,001.									
Variables in the Equation									
		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95% C.I. for EXP(B)	
Step 1 ^a	Nikotin, ja/nein(1)	-0,75	0,48	2,48	1,00	0,115	0,47	0,18	1,20
	Constant	-2,18	0,14	260,64	1,00	0,000	0,11		
a. Variable(s) entered on step 1: Nikotin, ja/nein.									

Das Auftreten einer Wundinfektion bei chronischem Alkoholkonsum

*Chronischer Alkoholabusus, ja/nein * Infektion, ja/nein Crosstabulation*

			Infektion, ja/nein		Total
			nein	ja	
Chronischer Alkoholabusus, ja/nein	nein	Count	608	62	670
		% within Chronischer Alkoholabusus, ja/nein	90,7%	9,3%	100,0%
	ja	Count	26	4	30
		% within Chronischer Alkoholabusus, ja/nein	86,7%	13,3%	100,0%
Total		Count	634	66	700
		% within Chronischer Alkoholabusus, ja/nein	90,6%	9,4%	100,0%

Logistic Regression

Dependent Variable Encoding

Original Value	Internal Value
nein	0
ja	1

Categorical Variables Codings

		Frequency	Parameter coding (1)
Chronischer Alkoholabusus, ja/nein	nein	670	0
	ja	30	1

Omnibus Tests of Model Coefficients

		Chi-square	df	Sig.
Step 1	Step	0,50	1,00	0,477
	Block	0,50	1,00	0,477
	Model	0,50	1,00	0,477

Model Summary

Step	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square
1	436,78 ^a	0,00	0,00

a. Estimation terminated at iteration number 5 because parameter estimates changed by less than 0,001.

Variables in the Equation

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95% C.I. for EXP(B)	
								Lower	Upper
Step 1 ^a	Chronischer Alkoholabusus, ja/nein(1)	0,41	0,55	0,55	1,00	0,457	1,51	0,51	4,46
	Constant	-2,28	0,13	293,26	1,00	0,000	0,10		

a. Variable(s) entered on step 1: Chronischer Alkoholabusus, ja/nein.

Das Auftreten einer Wundinfektion je nach Operationstechnik

OP-Technik * Infektion, ja/nein Crosstabulation

			Infektion, ja/nein		Total
			nein	ja	
OP-Technik	Cochleostomie	Count	465	46	511
		% within OP-Technik	91,0%	9,0%	100,0%
	Rundfensterzugang	Count	123	17	140
		% within OP-Technik	87,9%	12,1%	100,0%
Total		Count	588	63	651
		% within OP-Technik	90,3%	9,7%	100,0%

Logistic Regression

Dependent Variable Encoding

Original Value	Internal Value
nein	0
ja	1

Categorical Variables Codings

		Frequency	Parameter coding (1)
OP-Technik	Cochleostomie	511	0
	Rundfensterzugang	140	1

Omnibus Tests of Model Coefficients

		Chi-square	df	Sig.
Step 1	Step	1,18	1,00	0,277
	Block	1,18	1,00	0,277
	Model	1,18	1,00	0,277

Model Summary

Step	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square
1	412,77 ^a	0,00	0,00

a. Estimation terminated at iteration number 5 because parameter estimates changed by less than 0.001

Variables in the Equation

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95% C.I. for EXP(B)	
Step 1 ^a	OP-Technik(1)	0,33	0,30	1,23	1,00	0,267	1,40	0,77	2,52
	Constant	-2,31	0,15	224,02	1,00	0,000	0,10		

a. Variable(s) entered on step 1: OP-Technik.

Das Auftreten einer Wundinfektion je nach Implantathersteller

Implantat * Infektion, ja/nein Crosstabulation

			Infektion, ja/nein		Total
			nein	ja	
Implantat	AB	Count	35	4	39
		% within Implantat	89,7%	10,3%	100,0%
	Cochlear	Count	369	38	407
		% within Implantat	90,7%	9,3%	100,0%
	Med El	Count	226	23	249
		% within Implantat	90,8%	9,2%	100,0%
Total	Oticon	Count	3	1	4
		% within Implantat	75,0%	25,0%	100,0%
Total	Count		633	66	699
	% within Implantat		90,6%	9,4%	100,0%

Logistic Regression									
Dependent Variable Encoding									
Original Value		Internal Value							
nein		0							
ja		1							
Categorical Variables Codings									
		Frequency	Parameter coding						
			(1)	(2)	(3)				
Implantat	AB	39	0	0	0				
	Cochlear	407	1	0	0				
	Med EI	249	0	1	0				
	Oticon	4	0	0	1				
Omnibus Tests of Model Coefficients									
		Chi-square	df	Sig.					
Step 1	Step	0,86	3,00	0,834					
	Block	0,86	3,00	0,834					
	Model	0,86	3,00	0,834					
Model Summary									
Step	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square						
1	436,22 ^a	0,00	0,00						
a. Estimation terminated at iteration number 5 because parameter estimates changed by less than 0,001.									
Variables in the Equation									
		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95% C.I. for EXP(B)	
Step 1 ^a	Implantat			1,06	3,00	0,787		Lower	Upper
	Implantat(1)	-0,10	0,55	0,04	1,00	0,851	0,90	0,30	2,67
	Implantat(2)	-0,12	0,57	0,04	1,00	0,839	0,89	0,29	2,73
	Implantat(3)	1,07	1,27	0,71	1,00	0,399	2,92	0,24	35,12
	Constant	-2,17	0,53	16,89	1,00	0,000	0,11		
a. Variable(s) entered on step 1: Implantat.									

Das Auftreten einer Wundinfektion je nach Antibiotika-Art

Wahl des Antibiotikums * Infektion, ja/nein Crosstabulation

			Infektion, ja/nein		Total
			nein	ja	
Wahl des Antibiotikums	Ampicillin/Sulbactam	Count	22	1	23
		% within Wahl des Antibiotikums	95,7%	4,3%	100,0%
	Cefuroxim	Count	270	37	307
		% within Wahl des Antibiotikums	87,9%	12,1%	100,0%
	Cephazolin	Count	106	9	115
		% within Wahl des Antibiotikums	92,2%	7,8%	100,0%
	Clindamycin	Count	24	2	26
		% within Wahl des Antibiotikums	92,3%	7,7%	100,0%
	Sonstige	Count	192	17	209
		% within Wahl des Antibiotikums	91,9%	8,1%	100,0%
Total		Count	614	66	680
		% within Wahl des Antibiotikums	90,3%	9,7%	100,0%

Logistic Regression						
<i>Dependent Variable Encoding</i>						
Original Value	Internal Value					
nein	0					
ja	1					

Categorical Variables Codings

			Parameter coding			
		Frequency	(1)	(2)	(3)	(4)
Wahl des Antibiotikums	Ampicillin/Sulbactam	23	0	0	0	0
	Cefuroxim	307	1	0	0	0
	Cephazolin	115	0	1	0	0
	Clindamycin	26	0	0	1	0
	Sonstige	209	0	0	0	1

Omnibus Tests of Model Coefficients

		Chi-square	df	Sig.
Step 1	Step	3,98	4,00	0,409
	Block	3,98	4,00	0,409
	Model	3,98	4,00	0,409

Model Summary

Step	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square
1	429,28 ^a	0,01	0,01

a. Estimation terminated at iteration number 6 because parameter estimates changed by less than 0,001.

Variables in the Equation

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95% C.I. for EXP(B)	
								Lower	Upper
Step 1 ^a	Wahl des Antibiotikums			3,75	4,00	0,441			
	Wahl des Antibiotikums(1)	1,10	1,04	1,13	1,00	0,287	3,01	0,39	23,03
	Wahl des Antibiotikums(2)	0,62	1,08	0,33	1,00	0,563	1,87	0,23	15,51
	Wahl des Antibiotikums(3)	0,61	1,26	0,23	1,00	0,630	1,83	0,16	21,66
	Wahl des Antibiotikums(4)	0,67	1,05	0,40	1,00	0,527	1,95	0,25	15,35
	Constant	-3,09	1,02	9,14	1,00	0,003	0,05		

a. Variable(s) entered on step 1: Wahl des Antibiotikums.

Das Auftreten einer Wundinfektion je nach Alter

*Alter <18 Jahre, ja/nein * Infektion, ja/nein Crosstabulation*

			Infektion, ja/nein		Total
			nein	ja	
Alter <18 Jahre, ja/nein	nein	Count	466	50	516
		% within Alter <18 Jahre, ja/nein	90,3%	9,7%	100,0%
	ja	Count	168	16	184
		% within Alter <18 Jahre, ja/nein	91,3%	8,7%	100,0%
Total		Count	634	66	700
		% within Alter <18 Jahre, ja/nein	90,6%	9,4%	100,0%

Logistic Regression

Dependent Variable Encoding

Original Value	Internal Value
nein	0
ja	1

Categorical Variables Codings

		Frequency	Parameter coding (1)
Alter <18 Jahre, ja/nein	nein	516	0
	ja	184	1

Omnibus Tests of Model Coefficients

		Chi-square	df	Sig.
Step 1	Step	0,16	1,00	0,690
	Block	0,16	1,00	0,690
	Model	0,16	1,00	0,690

Model Summary

Step	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square
1	437,12 ^a	0,00	0,00

a. Estimation terminated at iteration number 5 because parameter estimates changed by less than 0,001.

Variables in the Equation

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95% C.I. for EXP(B)	
								Lower	Upper
Step 1 ^a	Alter <18 Jahre, ja/nein(1)	-0,12	0,30	0,16	1,00	0,692	0,89	0,49	1,60
	Constant	-2,23	0,15	224,99	1,00	0,000	0,11		

a. Variable(s) entered on step 1: Alter <18 Jahre, ja/nein.

Altersgruppe * Infektion, ja/nein Crosstabulation

			Infektion, ja/nein		Total
			nein	ja	
Altersgruppe	<18 Jahre	Count	168	16	184
		% within Altersgruppe	91,3%	8,7%	100,0%
	18–65 Jahre	Count	310	29	339
		% within Altersgruppe	91,4%	8,6%	100,0%
	>65 Jahre	Count	156	21	177
		% within Altersgruppe	88,1%	11,9%	100,0%
Total	Count	634	66	700	
	% within Altersgruppe	90,6%	9,4%	100,0%	

Logistic Regression

Dependent Variable Encoding

Original Value	Internal Value
nein	0
ja	1

Categorical Variables Codings

			Parameter coding	
		Frequency	(1)	(2)
Altersgruppe	<18 Jahre	184	0	0
	18–65 Jahre	339	1	0
	>65 Jahre	177	0	1

Omnibus Tests of Model Coefficients

		Chi-square	df	Sig.
Step 1	Step	1,58	2,00	0,455
	Block	1,58	2,00	0,455
	Model	1,58	2,00	0,455

Model Summary

Step	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square
1	435,70 ^a	0,00	0,00

a. Estimation terminated at iteration number 5 because parameter estimates changed by less than 0,001.

Variables in the Equation

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95% C.I. for EXP(B)	
Step 1 ^a	Altersgruppe			1,64	2,00	0,442			
	Altersgruppe(1)	-0,02	0,33	0,00	1,00	0,956	0,98	0,52	1,86
	Altersgruppe(2)	0,35	0,35	0,98	1,00	0,323	1,41	0,71	2,81
	Constant	-2,35	0,26	80,77	1,00	0,000	0,10		

a. Variable(s) entered on step 1: Altersgruppe.

Ausschnitt Datenmaske

HNO/UDK Analysetool

Vorname: Nachname: Geburtsdatum:

Operation

Datum:

OP Seite

☐ Links ☐ Rechts

Op. Technik

☐ Cechleostomie

☐ Rundfensterzugang

☐ Z.a. Obliteration

☐ Z.a. Voroperationen

Implantat

☐ Med EI

☐ Cochlear

☐ AB

☐ Oticon

Hinweise für Entzündung intraoperativ

interoperative SDH Gabe
(250mg I.v.)

☐ Ja

☐ Nein

Andere Dosierung: mg

Andere Besonderheiten intraoperativ:

Liegezeit

Wahl des Antibiotikums

☐ Amoxicillin / Claviansäure (Unacid)

☐ Cefuroxim (Zinnacef)

☐ Cephalozolin

☐ Clindamycin

Dosierung

☐ Singel shot intraoperativ

☐ 48 Stunden

☐ >3 Tage

Haut

☐ Rötung

☐ Schwellung

☐ Eiter

☐ Nekrose

Implantatbett

☐ Rötung

☐ Schwellung

☐ Eiter

☐ Nekrose

☒ Ja

Tage

Postoperative Infektionen

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich von Herzen bei all jenen bedanken, die mich auf dem Weg zur Fertigstellung dieser Dissertation begleitet und unterstützt haben.

Mein besonderer Dank gilt meinem Doktorvater, Herrn Prof. Dr. med. Thomas Klenzner, für die Möglichkeit, dieses spannende Thema im Rahmen meiner Promotion bearbeiten zu dürfen. Durch seine fachliche Expertise, seine wertvollen Impulse und die stets konstruktive Unterstützung wurde diese Arbeit entscheidend geprägt.

Ebenso danke ich Herrn Prof. Dr. med. Jan Frederick Cornelius, der sich die Zeit nahm, meine Arbeit als Zweitgutachter zu begleiten.

Ein herzliches Dankeschön geht an meine Betreuerin, Frau Dr. med. Katharina Schaumann, für ihre engagierte und geduldige Begleitung während des gesamten Projekts. Ihr offenes Ohr, ihre praktische Unterstützung und ihre motivierende Art haben wesentlich zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen.

Tiefen Dank schulde ich meiner Ehefrau Laurien, die mir in allen Phasen dieses Projekts mit unerschütterlicher Geduld, Verständnis und Rückhalt zur Seite stand. Ohne ihre Liebe und Unterstützung wäre diese Arbeit in dieser Form nicht möglich gewesen.

Meiner Familie danke ich von ganzem Herzen – meinen Eltern für ihre bedingungslose Unterstützung, ihren festen Glauben an mich und die Werte, die sie mir mit auf den Weg gegeben haben, sowie meinem Bruder Robin, der mir mit seinem Humor und Zuspruch stets zur Seite stand.

Diese Arbeit ist auch ein Ergebnis eurer Unterstützung – danke, dass ihr an mich geglaubt habt.