### Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf

Asklepios Klinik Altona

Abteilung für HNO-Heilkunde, Kopf-, und Hals-Chirurgie

Prof. Dr. Thomas Grundmann

# Unterschiede beim Auftreten einer Einschränkung der Fazialisfunktion bei Tympanoplastik Typ I oder II-IV

#### Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin an der Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg.

vorgelegt von: Luis Fernando López Paiz Aus Guatemala

Hamburg 2023

Angenommen von der Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg am: 02.08.2023

Veröffentlicht mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg.

Prüfungsausschuss, der/die Vorsitzende: Prof. Dr. Christian Betz

Prüfungsausschuss, zweite/r Gutachter/in: Prof. Dr. Thomas Grundmann

# Inhaltsverzeichnis

	Seite
Arbeitshypothese und Fragestellung	6
2. Einleitung	7
2.1. Anatomische Grundlagen des peripheren Hörorgans	7
2.1.1. Äußeres Ohr	7
2.1.2. Trommelfell	8
2.1.3. Mittelohr	10
2.1.4. Nerven im Bezug zur Paukenhöhle (Aumüller, 2020)	13
2.1.5. Innenohr	14
2.2. Tympanoplastik	16
2.2.1. Definition	
2.2.2. Gesichte der Tympanoplastik	17
2.2.3. OP-Prinzip	
2.2.4. Indikation und Kontraindikationen	19
2.2.5. Operationsmethode	21
3. Material und Methoden	42
3.1. Patientenkollektiv	42
3.2. Datenerhebung	42
3.3. Datenaufbereitung	45
3.4. Statistische Methoden	46
4. Ergebnisse	47
4.1. Deskriptive Daten	47
4.1.2. Einflussgrößen auf Einschränkung der Fazialisfunktion nach Tympanoplastik	54
4.1.3. Wahrscheinlichkeitsplots	
4.1.4. Normogramm	
5. Diskussion	66
5.1. Abstriche	66
5.2 Präoperative Entzündungsparameter und prä- perioperative An	ıtihiose 67

5.3. Nebendiagnosen	68
5.4. Einflussgrößen	69
5.5. Normogram und Prädikatoren CRP, Nikotinabusus, Adipositas im Bezug des Auftretens einer Fazialisfunktionseinschränkung bei Tympanoplastik von Typ I und von Typ II-III.	_
6. Zusammenfassung	75
7. Abstract	77
8. Bibliografie	79
9. Danksagung	83
10. Lebenslauf	84
Entfällt aus datenschutzrechtlichen Gründen	84
11. Eidesstattliche Erklärung	86

# Abbildungsverzeichnis

	Seite
Abb.1 Äußeres Ohr	8
Abb.2. Trommelfell der rechten Seite mit Quadranteneinteilung	9
Abb.3. a) Frontalschnitt durch das rechte Ohr in der Ansicht von ventral mit Darstellung de knorpeligen und knöchernen Anteils des Meatus acusticus externus. b) Rechtes Trommel der Ansicht von außen mit Einteilung in Quadranten.(Schünke, 2018)	fell in
Abb. 4. a) Die gesamte Paukenhöhle mit den darin enthaltenen Strukturen b) ist von Schleimhaut überzogen. (Schünke, 2018)	11
Abb. 5 Frontalschnitt durch die Paukenhöhle mit Gehörknöchelchen. (Corning, 1922)	11
Abb. 6 Paukenhöhle in der Ansicht von ventral nach Entfernung der Vorderwand (Paries caroticus). (Schünke, 2018)	12
Abb. 7. Ansicht von lateral auf die Innenwand (Paries labyrinthicus) der Paukenhöhle am Sagittalschnitt. (Schünke, 2018)	14
Abb 8. a) Querschnitt durch Cochlea im Felsenbein, b) Lage und Aufbau des Ductus coch im Canalis spiralis cochlae. Der Basilarmembran liegt das von drei tunnelartigen Hohlräun durchzogene Corti-Organ auf. c) Ganglion Spirale cochlae. (Aumüller, 2020)	nen
Abb. 9. Einteilung der Tympanoplastik nach Wullstein	17
Abb. 10. Technik der Spalthauttransplantation	24
Abb. 11. Arten der Tympanoplastik	27
Abb. 12: Technik der Tympanoplastik Typ I: vollständiger Trommelfellersatz	30
Abb. 13. Typ III Tympanoplastik: Kleine Kolumella	32
Abb. 14: Tympanoplastik Typ III: Steigbügelkolumella	35
Abb. 15: Tympanoplastik Typ IV.	38
Grafik 1 - Fallzahl nach Altersgruppe und Geschlecht des Patientenkollektivs	47
Grafik 2 - Wahrscheinlichkeitsplots	62
Grafik 3 - Normogramm zur Einschätzung des Risikos für eine Fazialisfunktionseinschränk auf Basis von einem logistischen Regressionsmodell mit den Einflussgrößen CRP, Adipos und Nikotin. FP: Fazialisparese bzw. Fazialisfunktionseinschränkung	itas

# **Tabellensverzeichnis**

$\sim$			•	
ς.	$^{\sim}$	Ι,	t	_
L)	ᄃ		L	τ

Tabelle 1 - OPS 2021 Alphabetisches Verzeichnis: Operationen- und Prozedurenschlüssel; Internationale Klassifikation der Prozeduren in der Medizin (Auhuber et al., 2020)	44
Tabelle 2 - Durchgeführte Tympanoplastiken I-IV von 2009-2019 in der Asklepios Klinik Altona Hals-, Nasen-, Ohrenheilkunde	a, 48
Tabelle 3 - Seite der durchgeführten Tympanoplastik von 2009-2019 in der Asklepios Klinik Altona, Hals-, Nasen-, Ohrenheilkunde	48
Tabelle 4 - Präoperative Abstriche bei durchgeführten Tympanoplastiken I-IV von 2009 - 2019 der Asklepios Klinik Altona, Hals-, Nasen-, Ohrenheilkunde	
Tabelle 5 - Intraoperative Abstriche bei durchgeführten Tympanoplastiken I	50
IV von 2009 - 2019 in der Asklepios Klinik Altona, Hals-, Nasen-, Ohrenheilkunde	50
Tabelle 6 - Postoperative Abstriche bei durchgeführten Tympanoplastiken I	51
IV von 2009 - 2019 in der Asklepios Klinik Altona, Hals-, Nasen-, Ohrenheilkunde	51
Tabelle 7 - Präoperative Messung der Leukozytenzahl und CRP bei Tympanoplastiken Typ I IV von 2009 - 2019 in der Asklepios Klinik Altona, Hals-, Nasen-, Ohrenheilkunde	
Tabelle 8 - Antibiotische Behandlung prä-, und perioperativ bei durchgeführten Tympanoplast bis IV von 2009-2019 in der Asklepios Klinik Altona, Hals-, Nasen-, Ohrenheilkunde	
Tabelle 9 - Nebendiagnosen bei durchgeführten Tympanoplastiken von 2009-2019 in der Asklepios Klinik Altona, Hals-, Nasen-, Ohrenheilkunde	52
Tabelle 10 - Einflussgrößen sämtlichen Variabel auf die Einschränkung der Fazialisfunktion nach Tympanoplastik von 2009-2019 in der Asklepios Klinik Altona, Hals-, Nasen-, Ohrenheilkunde.	53
Tabelle 11: Scorewerte von CRP	64
Tabelle 12: Scorewerte von Adipositas	65
Tabelle 13: Scorewerte von Nikotinabusus	65
Tabelle 14 - Fallbezogene normogrammgerechte vorhergesagte Wahrscheinlichkeit zur Entwicklung einer Fazialisfunktionseinschränkung.	73

### Abkürzungsverzeichnis

Abs. absolut

A. Arteria

AOM akute Otitis Media

CRP C-Reaktive Protein

COM chronische Otitis Media

CWD. Canal wall-down (Kanalwand nach unten)

CWU Canal wall-up (Kanalwand nach oben)

dB Dezibel

FP Fazialisparese

HL Hörschwelle

Hz Hertz

k.A. keine Angabe

KL Knochenleitung

Lig. Ligamentum

LL Luftleitung

M. Musculus

N. Nervus

OME Otitis Media mit Erguss

OF Ovales Fenster

PORP Partial Ossicular Replacement Prothesis

RF Rundes Fenster

Tabb Tabelle

TORP Total Ossicular Replacement Prothesis

TF Trommelfell

# 1. Arbeitshypothese und Fragestellung

Als Arbeitshypothese wird eine höhere Wahrscheinlichkeit für das Auftreten einer Fazialisfunktionseinschränkung bei der Tympanoplastik Typ I im Vergleich mit der Tympanoplastik Typ II-IV vermutet.

Mit Hilfe dieser Arbeit sollen Unterschiede beim Auftreten einer postoperativen Funktionsstörung des Nervus Fazialis bei Tympanoplastik Typ I und II-IV ermittelt werden.

In dieser Arbeit untersuchen wir retrospektiv das Auftreten einer postoperativen Fazialisfunktionseinschränkung und dessen Korrelation mit den unterschiedlichen Operationstechniken der Tympanoplastiken und den Komorbiditäten.

Die Ergebnisse werden im Bezug u.a. auf Komorbiditäten, Alter, Geschlecht, Entzündungsparameter, verwendetes Material, antibiotische Prophylaxe und nachgewiesene Keime bei Infektion dargestellt. In diesem direkten Vergleich zwischen diesem operativen Vorgehen soll herausgearbeitet werden, ob bei einer Tympanoplastik Typ I vermehrte postoperative Funktionsstörungen des Nervus Fazialis anstatt bei Tympanoplastik Typ II-IV auftreten sowie welche Faktoren dieses beeinflussen könnten.

Im Anschluss an die Präsentation der eigenen Ergebnisse werden diese nach einer ausführlichen Literaturrecherche mit aktuellen Studienergebnisse anderer Autoren verglichen und ergänzt. Weiterhin kann sich erweisen, ob die Studie neue Erkenntnisse oder ähnliche Ergebnisse wie in der recherchierten Literatur beinhaltet.

Das Ziel ist es wissenschaftliche Daten für einen ggf. zukünftigen Leitfaden zu erheben, um Risikofaktoren und Komorbiditäten zur Identifizieren und somit postoperative Fazialisfunktionseinschränkungen zu minimieren.

# 2. Einleitung

### 2.1. Anatomische Grundlagen des peripheren Hörorgans

Das periphere Hörorgan gliedert sich klinisch in das äußere Ohr (Auris externa), Mittelohr (Auris Media) und Innenohr (Auris interna). In dieser Arbeit wird die operative Vorgehensweise im Bereich des Mittelohres besonders detailliert beschrieben.

#### 2.1.1. Äußeres Ohr

Bestandteile des äußeren Ohres sind die Ohrmuschel (Auricula), der äußere Gehörgang (Meatus acusticus externus) und der äußere Anteil des Trommelfells (Reiß, 2009). Die Ohrmuschel besteht aus Haut und Knorpel. Bis auf das Ohrläppchen wird das trichterförmige Knorpelgerüst (Cartílago auriculae) durch elastischen Knorpel geformt. Der zweite Anteil dieses Ohrknorpels ist der Gehörgangsknorpel (Cartilago meatus acustici), der den Boden und die unteren Seitenwände im lateralen Drittel des äußeren Gehörganges bildet. Sein Dach und die medialen zwei Drittel werden vom Os temporale geformt. Der äußere Gehörgang ist beim Erwachsenen ca. 3,5 cm lang und biegt zum Trommelfell hin etwas nach vorn oben ab. Er ist von verhornendem Plattenepithel ausgekleidet welches die apokrinen, Cerumen produzierenden Glandulae ceruminosae enthält (Harder, 2010).

Wie Aumüller beschreibt, sind an die Blutversorgung der Ohrmuschel Äste der Arteria Temporalis superficialis und meist mehrere Rami auricularis anteriores sowie die Arteria auricularis posterior aus der A. Carotis externa beteiligt. An der Blutversorgung des äußeren Gehörganges ist neben den die Ohrmuschel versorgenden Gefäßen noch die Arteria auricularis profunda (Ast der A. maxillaris) beteiligt (Aumüller, 2020).

Die Innervation des äußeren Ohres erfolgt durch Äste des N. auriculotemporalis (Vorderfläche der Auricula, größter Teil des äußeren Gehörganges, Teil des Trommelfells), des N. auricularis magnus (Hinterfläche der Auricula) und durch den R. auricularis des N. vagus (Hinterfläche und Boden des trommelfellnahen Anteils des äußeren Gehörganges, Teil des Trommelfells).

Die Innenfläche des Trommelfells wird wie die gesamte Schleimhaut der Cavitas tympani sensibel vom Plexus tympanicus des N. glossopharyngeus innerviert (Zilles, 2010).

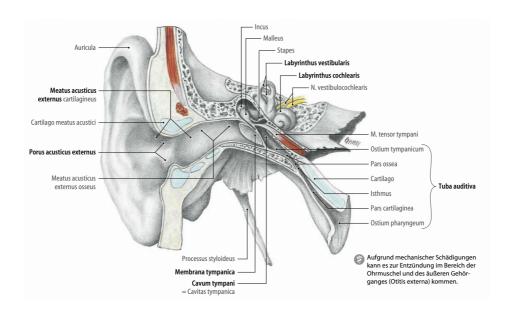


Abb.1 Äußeres Ohr

Sagitalschnitt durch Gehörgang, Mittelohr und Tuba Auditiva sowie Darstellung des Innenohres. Rechte Seite, Ansicht vorn. (Braus and Elze 1934)

#### 2.1.2. Trommelfell

Der verwendete Begriff 'Tympanum' ist die lateinische Form für das griechische Wort 'Tympanom', mit dem man ursprünglich eine Handpauke bezeichnete, ähnlich einem Tamburin, die im Kult der Kabele verwendet wurde (Kwok et al., 2017).

Das Trommelfell schließt den Gehörgang in der Tiefe gegen die Paukenhöhle ab. Es ist mit einem verdickten Rand aus Faserknorpel, dem Anulus fibrosus (= fibrocartilagineus, Limbus), in den knöchernen Sulcus tympanicus eingelassen. Der Sulkus besitzt oben eine halbkreisförmige Knochenaussparung, die Incisura tympanica (äußerer Gehörgang et al.).

Das Trommelfell ist die Barriere, die das Mittelohr von der Außenwelt abgrenzt. Es ist eine beim Erwachsenen ungefähr 1cm durchmessende und 0,1mm dicke Membran die in Relation zum äußeren Gehörgang schräg gestellt ist und von

vorne unten medial nach hinten oben lateral verläuft. Es wird durch einen Knorpelring, den Anulus fibrocartilagineus, aufgespannt welcher in der Pars tympanica des Os temporale in den Sulcus tympanikus eingefalzt ist. Das Trommelfell ist flach trichterförmig gespannt da sich aus dem Mittelohr der Hammer (Malleus), anlagert und mit der Spitze seines Handgriffes welche ungefähr mittig ansetzt, einen leichten Zug nach medial ausübt. Die Spitze dieses Trichters bezeichnet man als Trommelfellnabel (Umbo membranae tympanicae). Es wird des Weiteren der straff gespannte, den Hauptteil der Fläche ausmachende Anteil, die Pars Tensa, von der spannungslosen Pars flaccida (Shrapnell Membran) unterschieden. Dieser kleine, nicht gespannte Anteil liegt oben zwischen zwei durch den vorspringenden, kurzen Hammerfortsatz entstehenden Falten (Plica mallearis anterior et posterior) und wird durch eine Einkerbung in der knöchernen Umrandung des Trommelfells, die Incisura tympani, hervorgerufen. Zur Erleichterung der Befundbeschreibung teilt man das Trommelfell in vier Quadranten ein. (Abb. 2) Man denkt sich dazu eine Linie durch den Griff des Hammers und eine weitere die senkrecht zur ersten durch den Umbo verläuft. Das gesunde Trommelfell erscheint bei der Otoskopie perlmuttgrau, glänzend und leicht durchschimmernd (Harder, 2010).

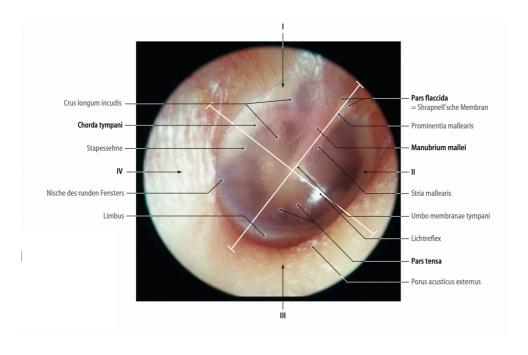


Abb.2. Trommelfell der rechten Seite mit Quadranteneinteilung.

I hinterer oberer Quadrant; II vorderer oberer Quadrant; IV vorderer unterer Quadrant; (Tillmann, 2017)

Die arterielle Versorgung des Trommelfells erfolgt aus Ästen der Arteriae auricularis profunda, temporalis superficialis und auricularis posterior (Aumüller, 2020).

Die Außenseite des Trommelfells wird vom Nervus auriculotemporalis (aus dem N. mandibularis,  $V_3$ ) und dem Ramus auricularis des N. vagus (X), die zur Paukenhöhle gerichtete Seite aus dem Plexus tympanicus des N. glossopharyngeus (IX) sensibel innerviert (Aumüller, 2020).

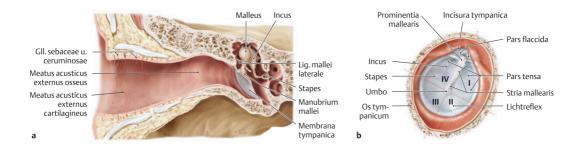


Abb.3. a) Frontalschnitt durch das rechte Ohr in der Ansicht von ventral mit Darstellung des knorpeligen und knöchernen Anteils des Meatus acusticus externus. b) Rechtes Trommelfell in der Ansicht von außen mit Einteilung in Quadranten.(Schünke, 2018)

#### 2.1.3. Mittelohr

Die Paukenhöhle ist mit Luft gefüllt, was für die freie Beweglichkeit des Trommelfells essentiell ist. Der größte Anteil der Luft strömt hierbei aus der Tuba auditiva in die Paukenhöhle, weshalb sie in der Literatur von einigen Autoren auch als spezialisierte Nasennebenhöhle bezeichnet wird (2008).

Die Paukenhöhle und ihre Nebenräume sowie die darin befindlichen Strukturen sind mit einer dünnen drüsenfreien Schleimhaut (Mukoperiost) überzogen, die zahlreiche Falten und Einbuchtungen aufweist und so die Paukenhöhle weiter unterteilt. Der Recessus membranae tympani superior liegt unmittelbar hinter der Pars flaccida des Trommelfells (Aumüller, 2020). Die Paukenhöhle beinhaltet die drei Gehörknöchelchen Malleus (Hammer), Incus (Amboss) und Stapel (Steigbügel), die beiden MIttelohrmuskeln (M. Stapedius und M Tensor Tympani), die Chorda tympani und den Plexus tympanicus des N. Glossopharyngeus (IX) sowie vier Arterie tympanicae.

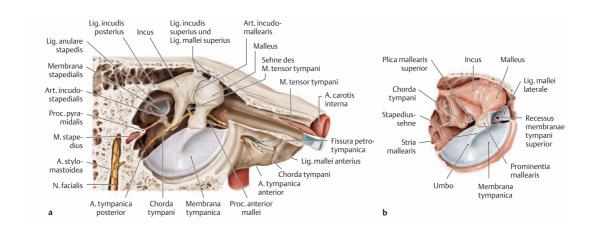


Abb. 4. a) Die gesamte Paukenhöhle mit den darin enthaltenen Strukturen b) ist von Schleimhaut überzogen. (Schünke, 2018)

Sie wird klinisch in drei Etagen eingeteilt und ist von sechs Flächen umgeben. Die obere Etage, das Epitympanon, liegt oberhalb des Trommelfells und enthält den Hammerkopf und Ambosskörper. Das Dach (Paries tegmentalis) wird durch eine dünne Knochenschicht (Tegmen tympani) von der mittleren Schädelgrube abgegrenzt (Boenninghaus, 1986) (Boczek, 2020). Das Mesotympanom (Hauptraum) liegt zwischen Trommelfell und Promontorium, rundem und ovalem Fenster, ventral liegt die Öffnung zur Tuba auditiva, die eine Verbindung zum Pharynx herstellt. Das Hypotympanom (Paukenkeller) liegt unterhalb des Trommelfells im Beriet der Öffnung zur Tuba auditiva (Aumüller, 2020).

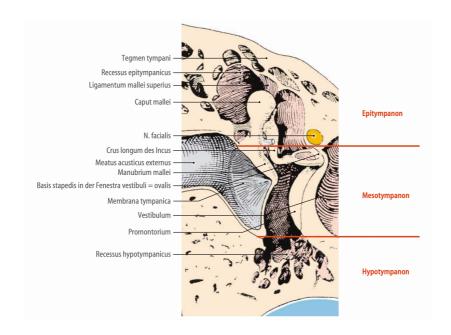


Abb. 5 Frontalschnitt durch die Paukenhöhle mit Gehörknöchelchen. (Corning, 1922)

Oberhalb des Promontoriums findet sich das ovale Fenster (Fenestra vestibuli). Kranial hiervon verläuft der knöcherne Vorsprung des Fazialiskanals. Parallel zu dieser Prominentia canalis facialis verläuft die Prominentia canalis semicircularis lateralis. 3 mm kaudal des ovalen Fensters liegt das 1 – 2 mm tiefe runde Fenster. Dieses wird durch die Membrana tympanica secundaria, die eigentliche Rundfenstermembran, verschlossen. Sie ist durch Schleimhautsegel und den promontorialen Vorsprung in der Regel nicht direkt einsehbar. Das runde Fenster hat einen Längsdurchmesser von 1,4 mm und einen Querdurchmesser von etwa 1,3 mm. (Kwok et al., 2017)

Wie Aumüller beschreibt, wird die Schleimhaut von Paukenhöhle, Tuba auditiva und Cellulae mastoideae durch den Nervus tympanicus, einem Ast des N. glossopharyngeus (IX), sensibel innerviert. Dieser bildet zusammen mit den sympathischen N. caroticotympanici den Plexus tympanicus, der die Blutgefäße vasomotorisch innerviert. Die parasympathischen Anteile des N. tympanicus verlassen als N. petrosus minor durch einen kleinen Kanal (Hiatus canalis nervi petrosi minoris) die Paukenhöhle (Aumüller, 2020)

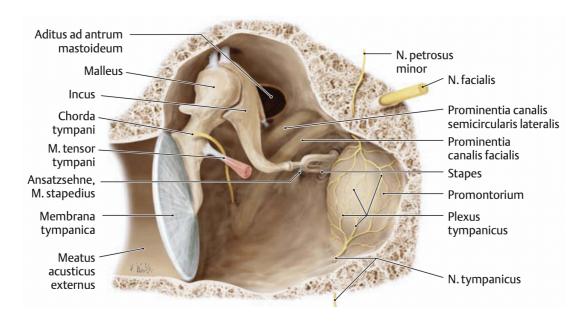


Abb. 6 Paukenhöhle in der Ansicht von ventral nach Entfernung der Vorderwand (Paries caroticus). (Schünke, 2018)

#### 2.1.4. Nerven im Bezug zur Paukenhöhle (Aumüller, 2020)

Neben dem Plexus tympanicus, der die Schleimhaut der Paukenhöhle innerviert, haben v. a. Äste des Nervus facialis topografischen Bezug zur Paukenhöhle. Der Nervus facialis verläuft innerhalb des Canalis nervi facialis in der medialen Wand der Paukenhöhle, wo er eine Wölbung hervorruft (Prominentia canalis facialis). Am Geniculum canalis facialis, im Bereich des äußeren Fazialisknies, liegt das sensible Ganglion geniculi. Dort trennen sich präganglionäre parasympathische Fasern aus dem Intermediusanteil des N. facialis als Nervus petrosus major vom Hauptstamm. Als nächster Nerv spaltet sich der motorische Nervus stapedius im Fazialiskanal vom Nervenstamm ab. Kurz vor dem Ende des Fazialiskanals trennt sich ein weiterer Intermediusanteil als Chorda tympani vom Fazialistamm und zieht rückläufig zwischen Hammer und Amboss durch die Paukenhöhle. (Aumüller, 2020)

Der Nervus petrosus major führt präganglionäre parasympathische Fasern. Er zieht durch den Hiatus nervi petrosi majoris zur Vorderseite der Felsenbeinpyraminde und von dort durch das Foramen lacerum. Nach Zusammenlagerung mit dem Nervus petrosus profundus, der sympathischen Fasern führt, zieht der Verbund beider Nerven als Nervus canalis pterygoidei durch den Canalis pterygoideus ossis sphenoidalis in die Fossa pterygopalatina. Im hier gelegenen Ganglion pterygopalatinum erfolgt die Umschaltung der parasympathischen Fasern auf das zweite Neuron. (Aumüller, 2020)

Die Fasern erreichen mit Ästen des N. maxillaris (V2) ihre Zielorgane (Tränendrüse, Drüsen im Nasen- und Rachenraum). Der Nervus stapedius führt motorische Fasern zur Innervation des M. stapedius und verlässt den Fazialisstamm im Bereich des (äußeren) Fazialisknies. (Aumüller, 2020)

Die Chorda tympani führt sensorische und präganglionäre parasympathische Fasern aus dem Intermediusanteil des N. facialis. Sie verlässt den Fazialiskanal kurz vor dem Foramen stylomastoideum und läuft zurück zur Paukenhöhle, wo sie sich durch eine Schleimhautfalte (Plica mallearis superior) geschützt zusammen mit der A. tympanica posterior um das Collum mallei schlingt. Durch

die Fissura petrotympanica verlässt sie die Paukenhöhle und legt sich dann dem N. lingualis (aus V3) an. Sie führt Geschmacksfasern für die vorderen zwei Drittel der Zunge. (Aumüller, 2020)

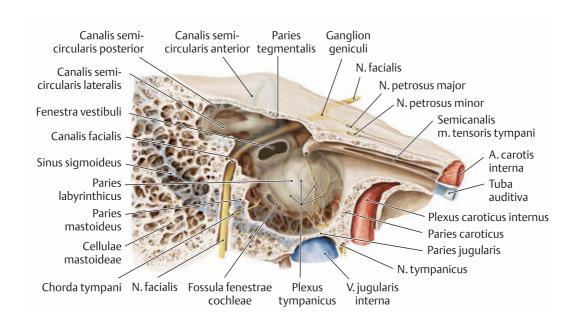


Abb. 7. Ansicht von lateral auf die Innenwand (Paries labyrinthicus) der Paukenhöhle am Sagittalschnitt. (Schünke, 2018)

#### 2.1.5. Innenohr

Das Innenohr, Auris interna, liegt in der Felsenbeinpyramide und besteht aus einer knöchernen Kapsel, dem knöchernen Labyrinth, Labyrinthus osseus, in die das häutige Labyrinth, Labyrinthus membraneceus, eingeschlossen ist. (Zilles, 2010)

Das knöcherne Labyrinth, welches mit Perilymphe gefüllt ist, gliedert sich in Vorhof (Vestibulum), Bogengänge (Canales semicirculares) und Schnecke (Cochlea) und beinhaltet das mit Endolymphe gefüllte häutige Labyrinth. Das Vestibulum verbindet über das Ovale Fenster Innenohr und Mittelohr und enthält die ebenfalls häutigen Strukturen Sacculus und Utriculus, welche dem Gleichgewichtsorgan zuzurechnen sind und mithilfe ihrer Sinnesepithelien zur statischen Lagebestimmung des Kopfes im Raum dienen. Vom Utriculus gehen auch die drei häutigen Bogengänge ab, welche über ihre unterschiedliche

Stellung im Raum und die in ihnen befindlichen Cristae ampullares die Perzeption von Drehbeschleunigungen ermöglichen. (Harder, 2010)

Der häutige Schneckengang (Ductus cochlearis) beinhaltet das Sinnesepithel des auditorischen Systems und liegt im Canalis spiralis cochleae. Er schiebt sich im Querschnitt keilförmig zwischen Scala vestibuli und Scala tympani und ist mit Endolymphe gefüllt. Dadurch ist sein Querschnitt dreieckig:

Paries externus: äußerer Wandabschnitt

Paries vestibularis: der Scala vestibuli benachbarter Wandabschnitt = Reissner-Membran

Paries tympanicus: der Scala tympani benachbarter Wandabschnitt mit Lamina spiralis ossea und Basilarmembran (Lamina basilaris). Auf Letzterer liegt das auditorische Sinnesorgan, siehe Corti-Organ (Abb 8). An seinem basalen Ende ist der Ductus cochlearis durch den Ductus reuniens mit dem Sacculus verbunden. Er endet blind in der Schneckenkuppel. (Aumüller, 2020)

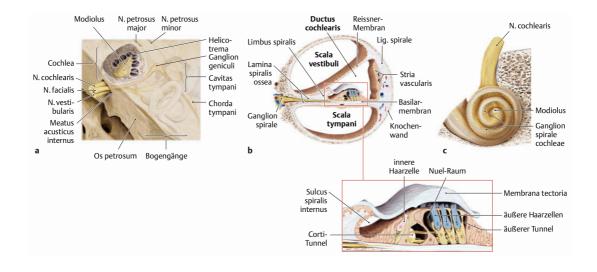


Abb 8. a) Querschnitt durch Cochlea im Felsenbein, b) Lage und Aufbau des Ductus cochlearis im Canalis spiralis cochlae. Der Basilarmembran liegt das von drei tunnelartigen Hohlräumen durchzogene Corti-Organ auf. c) Ganglion Spirale cochlae. (Aumüller, 2020)

#### 2.2. Tympanoplastik

#### 2.2.1. Definition

Die Tympanoplastik beschreibt den Verschluss des Trommelfells mit Eröffnung der Paukenhöhle und Arbeiten innerhalb der Paukenhöhle. Hierzu gehört die Inspektion der Ossikelkette und ggf. deren Rekonstruktion mit einer Ossikuloplastik. Eine Tympanoplastik kann sich auf die Paukenkontrolle und den Verschluss des Trommelfells beschränken, kann aber auch sehr umfangreich sein, z. B. bei einem Cholesteatom mit rekonstruktiver Ossikuloplastik. (Kwok et al., 2017)

Von Wullstein waren Typen klassifiziert worden:

Als Typ I wird der Verschluss des Trommelfells bezeichnet. Falls keine begleitenden pathologischen Veränderungen wie Granulationen, Cholesteatom, etc. mit entfernt werden müssen, z.B. nach einer traumatischen Trommelfell-perforation spricht man von einer Myringoplastik. (Rettinger, 2017)

Die weiteren Typen (II-V) beinhalten verschiedene Techniken der Ossikelrekonstruktion und werden, auch aufgrund weiterentwickelter prothetischer Verfahren mit variablen Ankopplungen (Typ II und III) sowie Verzicht auf frühere Techniken (IV-V), von vielen Ohrchirurgen uneinheitlich bezeichnet. Allenfalls der Typ III - Überbrückung von Hammergriff/Trommelfell zum Stapesköpfchen (= IIIa) oder als lange Kolumella zur Fußplatte (= IIIb) findet sich öfter in OP-Berichten. Grundsätzlich empfiehlt sich daher die Klartextbezeichnung des angewandten prothetischen Verfahrens. (Rettinger, 2017, S. 404)

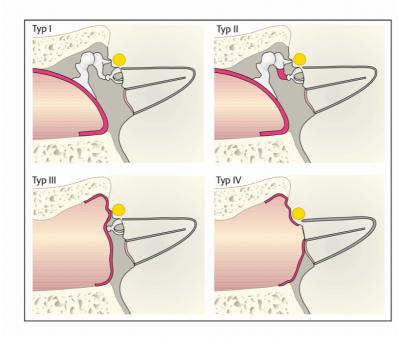


Abb. 9. Einteilung der Tympanoplastik nach Wullstein.

**Typ I:** Rekonstruktion des Trommelfells; die Ossikelkette ist intakt. **Typ II:** Rekonstruktion der Schalldrucktransformation über 3 Ossikel. **Typ III:** Schalldrucktransformation direkt auf den Stapes oder (meist) über eine Kolumella, die als PORP (Partial Ossicular Replacemant Prothesis) auf das Stapesköpfchen oder als TORP (Total Ossicular Replacement Prothesis) auf die Stapesfußplatte gestellt wird. **Typ IV:** Bilden einer "kleinen Pauke" mit Schallprotektion des runden Fensters und Schallübertragung auf das freiliegende ovale Fenster. (Kwok et al., 2017)

#### 2.2.2. Gesichte der Tympanoplastik

Die revolutionäre Veränderung der Tympanoplastik begann in den 1950er Jahren und wurde u.a. durch die Antibiotika-Entwicklung, die Einführung von Operationsmikroskopen und neu entwickelte mikroskopische otologische Instrumente ermöglicht. Nachdem Wullstein (Wullstein, 1971) und Zollner (Zöllner, 1951) Anfang der 1950er Jahre die Tympanoplastik eingeführt hatten, wurde das Overlay-Transplantat in allen Operationen eingesetzt. Zu dieser Zeit wurden volldicke Hauttransplantate verwendet, doch Transplantat-Ekzeme und schlechte Langzeitergebnisse ließen Chirurgen nach alternativen Transplantaten suchen. House und Sheehy und Plester begannen 1958 unabhängig voneinander die Gehörgangshaut als freies Overlay-Transplantat zu verwenden. Erfolgreiche Techniken wurden von House, Sheehy und Glasscock hinsichtlich der Onlay-Platzierung des Trommelfellmembran-Transplantats entwickelt. (Sarkar, 2013)

Während eines chirurgischen Missgeschicks bei der Stapedektomie fand Shea 1959 heraus, dass ein Venentransplantat unter das Trommelfell gelegt werden kann, um dies zufriedenstellend zu reparieren. Austin und Tabb arbeiteten unabhängig voneinander und nutzten 1959 ebenfalls die Vene als Underlay-Transplantat, um Trommelfellperforationen zu verschließen. Aber das Problem trat auf, wenn ein Venentransplantat dazu neigte, sich zu verkümmern und über einen Zeitraum von einigen Monaten erneut perforiert zu werden.(Sarkar, 2013)

Storrs entdeckte dann die Verwendung von Faszien als Transplantat und seine Gedanken wurden von Patterson unterstützt, der in seiner Studie die Gründe für den Erfolg einer Faszie als Transplantatsmaterial angegeben hatte. Storrs war der erste, der 1961 in den USA verwendete Faszientechnik beschrieb. Die Verwendung von Bindegewebetransplantaten löste die meisten Probleme bei freien Hauttransplantaten. (STORRS, 1961, Sarkar, 2013).

Im Laufe der Jahre haben Otolaryngologen unzählige lebende oder homogene Transplantate verwendet, die z.B. Areolargewebe, Perichondrium, Knorpelfett und Periost enthalten. Faszien haben sich jedoch gegenüber allen anderen Transplantaten wegen ihrer inneren Struktur sowie ihrer Größe und ihres Volumens im operativen Bereich durchgesetzt. Die innere Struktur von Mukopolysacchariden und Kollagen erklärt höchstwahrscheinlich die hohe Erfolgsrate. Kollagen sorgt für die Zugfestigkeit im Wundbereich und die komplexen Mukopolysaccharide spielen im Heilungsprozess eine Rolle, indem sie durch Chemotaxis Fibroblasten in den Wundbereich ziehen (ME, 1951, Sarkar, 2013)

Der chirurgische Eingriff Tympanoplastik hat im Laufe der Jahre einen Stand der Technik erreicht. Verschiedene Techniken wurden ausprobiert, um mit verbessertem Hörvermögen bessere Ergebnisse zu erzielen. Dazu gehören die Overlay-Tympanoplastik, die Underlay-Tympanoplastik, die Over-Underlay-Tympanoplastik. Swinging-Door-Tympanoplastik, laserunterstützte Techniken und Mikroclip-Techniken u.a. Techniken wie das Ohrläppchenfetttransplantat und die selbststabilisierenden Trommelfellmembran-Patchers (Kartush, 2000, Sarkar, 2013)

#### 2.2.3. OP-Prinzip

Der Verschluss des defekten Trommelfells stellt, ggf. in Verbindung mit der Rekonstruktion einer unterbrochenen Ossikelkette, die akustische Funktion wieder her und schirmt die Mittelohrschleimhaut von der Außenwelt ab. Das Eindringen von Wasser wird verhindert; die Entzündungsneigung des Ohres nimmt ab. Gleichzeitig wird die zugrundeliegende Pathologie entfernt. Der Verschluss erfolgt mit Faszie, Perichondrium und/oder Knorpel. Die Entnahme des Transplantatmaterials empfiehlt sich nach Bearbeitung des Defektrands, da erst dann die endgültige erforderliche Größe des Transplantats feststeht. Zur Kettenrekonstruktion werden Reste der eigenen Ossikel (autogen) oder nichtbiologische Materialien (alloplastisch) eingesetzt. Die in den 1970er und 1980er Jahren sehr häufig verwandten konservierten Leichenossikel (allogen, homolog) sind inzwischen aufgrund infektiologischer Bedenken in Deutschland praktisch verschwunden. (Rettinger, 2017)

#### 2.2.4. Indikation und Kontraindikationen

Zur Durchführung einer Tympanoplastik bestehen überwiegend folgende Indikationen (Rettinger, 2017):

- zentrale Trommelfellperforation, randständiges Cholesteatom.
- Adhäsivprozess, Tympanosklerose, Hammerkopffixation
- Ossikeldefekte hinter intaktem Trommelfell, z. B. Defektheilung nach Felsenbeinfraktur oder Mittelohrtrauma, nach früherer Antrotomie (meist Ambossluxation)
- audiologische Indikation erst ab einer Schallleitungskomponente von über 20 dB, d. h. Rinne-Stimmgabel-Test negativ
- bei kombinierter Schwerhörigkeit zur Trockenlegung des Ohres (das Ohr wird "Hörgeräte-fähig" gemacht) und/oder zur Verringerung der benötigten Hörgeräteverstärkung

- Bei zu großer Diskrepanz der Kochleareserve beider Ohren (z. B. Perzeptionsschwerhörigkeit vs. Normalhörigkeit des Gegenohrs) ist die audiologische Indikation streng zu prüfen, falls kein stereophones Hören durch die Tympanoplastik erreichbar ist.
- Die Gehörlosigkeit des Gegenohrs (sog. letztes Ohr) stellt keine absolute Kontraindikation mehr dar.

Die Kontraindikationen für die Tympanoplastik variieren von Chirurgen zu Chirurgen, abhängig von seiner Ausbildung, Erfahrung und chirurgischen Fähigkeiten. Es ist trotzdem hilfreich, diese Kontraindikationen entweder als absolut oder relativ zu betrachten. Absolute Kontraindikationen bestehen aus: 1. unkontrolliertem Cholesteatom; 2. bösartigen Tumoren; 3. ungewöhnlichen Infektionen und/oder mildernden Umständen; und 4. Komplikationen chronischer Ohrerkrankungen wie Meningitis, Hirnabszess oder laterale Sinusthrombose. Relative Kontraindikationen sind weniger genau definiert: 1. eustachische Tubeninsuffizienz oder Dysfunktion; 2. unkooperative Patienten; 3. das ertaubte Ohr; 4. das besser hörende oder nur hörende Ohr; 5. der ältere Patient; 6. Patienten im kindlichen Alter; und 7. der Fall einer wiederholten erfolglosen Ohroperation. (Glasscock, 1976)

Rettinger beschreibt zusätzlich folgende Kontraindikationen zur Durchführung einer Tympanoplastik:

- Rezidivperforation eines Trommelfellverschlusses im Kindesalter bei chronischer Funktionsstörung der Mittelohrbelüftung, z. B. bei Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalte, Abwarten mit dem erneuten Versuch bis nach der Pubertät.
- Im Kindesalter ist eine Trommelfellperforation bei gleichzeitig bestehendem Trommelfelldefekt des Gegenohrs mit Mukoserotympanon (mit/ohne Paukenröhrchen) oder Atelektase als "natürliches Paukenröhrchen" zu bewerten; ein Verschluss kann zur symmetrischen Pathologie führen; evtl. abwarten.

 Gleichzeitige Operation auf beiden Ohren – Zeitversatz 3–6 Monate (Rettinger, 2017)

#### 2.2.5. Operationsmethode

Die Tympanoplastik kann als ein chirurgischer Eingriff definiert werden, der darauf abzielt, den Schallübertragungsmechanismus des Mittelohrs zu rekonstruieren. Die moderne Ära der Tympanoplastik begann in den 1950er Jahren mit der Pionierarbeit von Wüllstein (Wullstein, 1956) und Zollner (Zollner, 1955). In der Folgezeit trugen viele andere otologische Chirurgen zur Entwicklung und Verfeinerung der Tympanoplastik-Techniken bei. Wüllstein klassifizierte die Operationen in die Typen I bis V, und man verwendet eine modifizierte Version seiner Klassifizierung.

Die Ziele der Tympanomastoid-Chirurgie (Wullstein, 1956) bei chronischer Otitis media (COM) sind:

- 1) die Beseitigung der Erkrankung, um ein sicheres und trockenes Ohr zu erhalten; (Zollner, 1955)
- 2) die Veränderung der Anatomie, um eine erneute Erkrankung zu verhindern und die Reinigung und otologische Überwachung zu optimieren; und (Nadol and McKenna, 2005)
- 3) die Rekonstruktion des Mittelohrs, um ein brauchbares und stabiles postoperatives Hörvermögen zu erreichen.(Nadol and McKenna, 2005)

Die Wahl der Technik der Tympanoplastik wird in einem bestimmten Fall maßgeblich von den ersten beiden Zielen beeinflusst.

Ziel einer Tympanoplastik ist die Wiederherstellung der Schalldrucktransformation am ovalen Fenster durch Kopplung eines intakten Trommelfells (TF) mit einer beweglichen Steigbügelfußplatte über eine intakte oder rekonstruierte Gehörknöchelchenkette und die Bereitstellung eines Schallschutzes für das runde Fenstermembran durch ein geschlossenes, luftgefülltes, mit Schleimhaut gedecktes Mittelohr (Merchant et al., 2003). Beim normalen Ohr wird der größte Teil der Mittelohrverstärkung durch das Flächenverhältnis erzielt (d. h. die TF sammelt Kraft über ihre Oberfläche und koppelt die gesammelte Kraft dann an die kleinere Fußplatte des Steigbügels). Es ist wichtig zu wissen, dass die mittlere Verstärkung des normalen menschlichen Mittelohrs zwischen 250 und 1.000 Hz nur etwa 20 dB beträgt und die Verstärkung bei Frequenzen über 1.000 Hz um 6 bis 8 dB pro Oktave abnimmt (Merchant et al., 2003). Bei der Behandlung von Ohren mit chronischer Otitis Media (COM) kombiniert man routinemäßig eine Tympanoplastik und Mastoidektomie. Bei Ohren mit Cholesteatom wird ein chirurgischer Eingriff zur Entfernung des Cholesteatoms (Mastoidektomie an der Kanalwand nach unten [CWD], Mastoidektomie an der Kanalwand nach oben [CWU] oder Attikotomie) in Verbindung mit einer Tympanoplastik durchgeführt. Ohren ohne Cholesteatom, aber mit aktiver Infektion werden zunächst medikamentös behandelt, um die Infektion zu kontrollieren und die Otorrhoe zu beseitigen. Wenn das Ohr 6 Monate lang trocken bleibt, wird eine elektive Tympanoplastik in Betracht gezogen. Spricht die medizinische Behandlung nicht an, wird die Tympanoplastik mit einer Mastoidektomie (d. h. CWU oder CWD) kombiniert. Die Mastoidektomie ist notwendig, um die Infektion und das Granulationsgewebe in den Luftzellen des Mastoids, des Antrums und des Epitympanums zu entfernen. (Mehta et al., 2003)

Die Tympanoplastik wird durchgeführt, wenn der Steigbügel fixiert ist. Wenn die Gehörknöchelchen beweglich sind, soll die Beseitigung der Krankheit und die Wiederherstellung des Hörvermögens in einem Schritt kombiniert werden. Sollte das Hörergebnis nicht zufriedenstellend sein und das Mittelohr gut belüftet sein, ohne dass eine Infektion vorliegt, kann eine Revisionsoperation zur Wiederherstellung des Hörvermögens durchgeführt werden. In vielen Fällen sind Revisionsoperationen nicht erforderlich, so dass das Staging-Verfahren vermieden werden kann. Nach Erfahrung sind größere Rekonstruktionen, wie z. B. der vollständige Ersatz des Trommelfells mit Ossikuloplastik in Kombination mit einer Mastoidektomie, oft genug erfolgreich, um eines zweitzeitigen chirurgischen Behandlung in Frage zu stellen. In Fällen von COM mit Cholesteatom, die mit einer CWU-Mastoidektomie behandelt wurden und bei denen eine zweite Untersuchung geplant ist, um sicher zu sein, dass keine

Resterkrankung vorliegt, führt man in manchen Fällen die ossikuläre Rekonstruktion während des zweiten Eingriffs durch. (Merchant et al., 2003)

Es wird Tympanoplastiken bei Ohren mit COM-Pathologie im Endstadium vermieden, die durch Fibrose und Zystenbildung (d. h. fibrozystische Sklerose) gekennzeichnet ist und große Teile des tympanomastoiden Kompartiments obliteriert. (Merchant and Nadol, 2010) In solchen Fällen ist es nicht Sinnvoll zu erwarten, dass das Mittelohr nach der Operation belüftet wird. Diese Patienten weisen häufig eine Anamnese mit mehreren frustranen Tympanoplastiken auf; TF-Transplantate, die bei der pneumatischen Otoskopie retrahiert und unbeweglich sind und computertomografische Untersuchungen mit einer diffusen Verschattung des Mittelohrs und des Mastoids mit fehlender Belüftung.

Man vermeidet auch Tympanoplastiken bei Ohren mit inaktivem COM und "Epidermisierung", was sich auf ein stark atelektatisches Trommelfell bezieht, das dazu führt, dass Bereiche des Mittelohrs mit Plattenepithel gedeckt werden, aber ohne Keratinretention. (Merchant and Nadol, 2010) Nach Erfahrung bleiben die meisten dieser Ohren infektionsfrei, obwohl sie einen mehr oder weniger starken Schallleitungshörverlust aufweisen. Die chirurgische Extirpation aller Plattenepithelien aus dem Mittelohr in Fällen von Epidermisierung ist oft unmöglich und setzt das Ohr einem Risiko für zukünftige Probleme mit Cholesteatomen aus.

Man verwendet routinemäßig intraoperative Spalthauttransplantate für Tympanoplastiken und Mastoidektomien, um nicht epithelisierte Bereiche des Gehörgangs und der Mastoidhöhle abzudecken.(Nadol and McKenna, 2005) Die Hauttransplantate fördern eine schnelle und kontrollierte Heilung, reduzieren die Fibrose und verbessern die funktionellen Ergebnisse. Das Hauttransplantat wird zu Beginn des Eingriffs mit einem Dermatom (Davol/Simon Dermatom, CR Bard, Covington, GA) (Abbildung 10A) oder einer Rasierklinge aus einem haarlosen Bereich auf der medialen Seite des Oberarms entnommen (Abbildung 10B). Die Haut wird mit sterilem Mineralöl eingefettet (Abbildung 10C) und ein Streifen Spalthaut von ca. 3,3 cm Länge entfernt. Das Hauttransplantat wird mit der Epidermis nach unten auf ein

Seidentuch (Otosilk, Boston Medical Products, Westborough, MA) gelegt, das leicht mit einer antibiotischen Salbe, wie z. B. Bacitracin, bestrichen wird (Abbildung 10D). Das Transplantat wird bis zum Ende des Eingriffs mit feuchter, in normaler Kochsalzlösung getränkter Gaze abgedeckt. Zu diesem Zeitpunkt wird überschüssige Seide abgeschnitten (Abbildung 10D), und das Transplantat wird in kleinere Stücke geschnitten, um es an den Empfängerstellen zu platzieren (Abbildung 10E). Ein überlappender Verband wird verwendet, um die Haut dicht an den Empfängerstellen zu halten, um Flüssigkeitsansammlungen und anschließende Fibrose unter den Transplantaten zu verhindern.(Merchant et al., 2003)

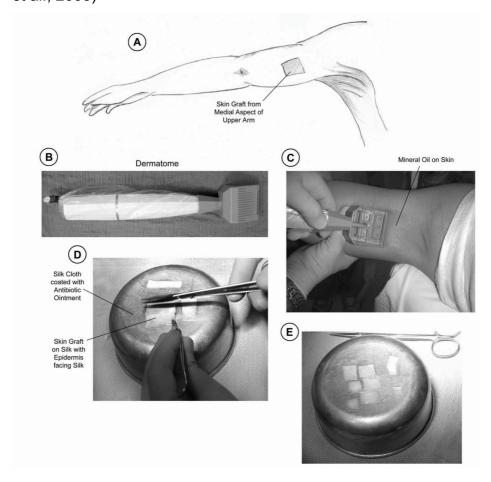


Abb. 10. Technik der Spalthauttransplantation.

(A) Das Hauttransplantat wird aus dem haarlosen Bereich auf der medialen Seite des Oberarms entnommen. (B) Dermatom zur Entnahme des Hauttransplantats. (C) Die Haut wird mit sterilem Mineralöl eingefettet und unter Verwendung des Dermatoms straff gespannt. (D) Bereich der Haut ca. 3 x 3 cm wird entfernt und auf ein Seidentuch gelegt, das leicht mit antibiotischer Salbe bestrichen wird. Die Haut wird mit der Epidermis nach unten und mit Blick auf die Seide aufgelegt. Überschüssige Seide wird abgeschnitten. (E) Endgültiges Aussehen des in kleinere Stücke geschnittenen Hauttransplantats, bereit zum Einsetzen in das Ohr. (Merchant et al., 2003)

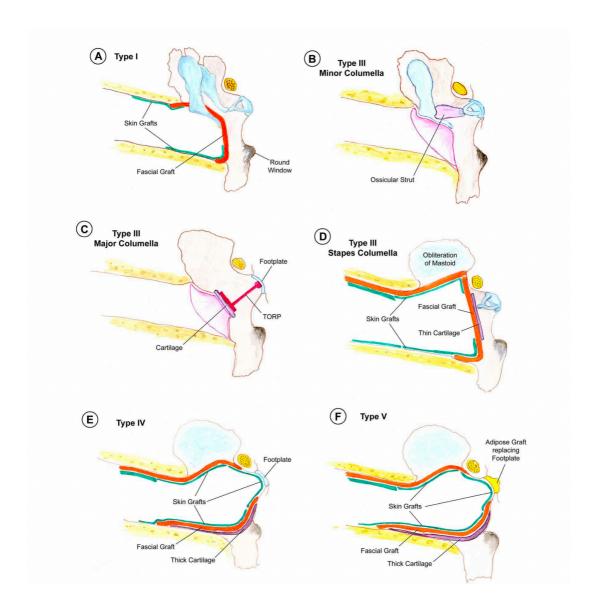
#### 2.2.5.1. Techniken der Tympanoplastik

Die Wahl der Technik für eine Tympanoplastik im Einzelfall richtet sich nach der im Trommelfell und in der Gehörknöchelchenkette vorgefundenen Pathologie und danach, ob eine CWU- oder CWD-Mastoidektomie damit verbunden ist (Abbildung 11). Bei Ohren, die einer Tympanoplastik allein oder einer Tympanoplastik in Verbindung mit einer CWU-Mastoidektomie unterzogen werden: (Mehta et al., 2003)

- 1. Wenn die Gehörknöchelchen intakt und beweglich sind, wird die TF-Perforation mit einem Temporalis-Faszientransplantat in einer Underlay-Technik oder einer totalen Trommelersatztechnik (Tympanoplastik Typ I) verschlossen. (Abbildung 11A).
- 2. Wenn Malleus und/oder Incus pathologisch sind, der Steigbügel jedoch intakt und beweglich ist, verwendet man eine Typ-III-Minor-Kolumella-Rekonstruktion (Abbildung 11B) zwischen Steigbügelkopf und Trommelfell/Manubrium, wobei man entweder eine autotransplantierte Ossikel-Strut, eine autotransplantierte Kortikalis-Strut oder eine partielle Ossikelersatzprothese (PORP) verwendet.
- 3. Wenn der Aufbau des Steigbügels fehlt, die Fußplatte aber beweglich ist, führt man eine Typ-III-Major-Columella-Rekonstruktion mit einer totalen Ossikelersatzprothese (TORP) zwischen der Fußplatte und dem Trommelfell/Manubrium durch (Abbildung 11C).
- 4. Bei einem festen Steigbügel verwendet man ein zweizeitiges Verfahren. Die erste Phase besteht aus der Rekonstruktion/Verschluss der TF-Perforation und der Beseitigung der Otorrhoe/Infektion. Die zweite Phase, die nur durchgeführt wird, wenn das Ohr stabil und frei von Infektionen ist und die Paukenhöhle gut belüftet ist, besteht aus einer Stapedektomie mit einer Stapediusprothese oder TORP.

Bei Ohren, bei denen eine Tympanoplastik in Verbindung mit einer CWD-Mastoidektomie durchgeführt wird: (Merchant et al., 2003)

- 1. Ist der Steigbügel intakt und beweglich, wird eine Typ-III-Stapedius-Kolumella-Rekonstruktion durchgeführt, indem eine dünne Knorpelscheibe und ein Temporalis-Faszientransplantat direkt auf den Steigbügelkopf gesetzt werden (Abbildung 11D). Bei CWD-Fällen bevorzugt man diese Typ-III-Steigbügel-Kolumella-Rekonstruktion, auch wenn Malleus und/oder Incus vorhanden sind.
- 2. Wenn der Aufbau des Steigbügels fehlt, die Fußplatte aber beweglich ist, führt man entweder eine Tympanoplastik vom Typ IV unter Verwendung von Temporalisfaszie und dickem Knorpel zur Abschirmung des runden Fensters (Abbildung 11E) oder eine Rekonstruktion der Kolumella-Major vom Typ III unter Verwendung einer TORP durch. Eine Typ-IV-Rekonstruktion wird bevorzugt, wenn die Nische des ovalen Fensters flach und breit ist, während die TORP-Technik besser für eine tiefe und enge Nische des ovalen Fensters geeignet ist.
- 3. Wenn die Fußplatte fixiert ist, wird eine Tympanoplastik der zweiten Stufe Typ V durchgeführt, sofern das Ohr stabil und entzündungsfrei ist und das runde Fenster belüftet ist (Abbildung 11F).



#### Abb. 11. Arten der Tympanoplastik.

(A) Typ I. Reparatur des Trommelfells (TF) mit Temporalisfaszie. (B) Typ III: Kleine Kolumella. Eine Ossikel-Strut oder eine partielle Ossikelersatzprothese (PORP) wird zwischen Steigbügelkopf und Manubrium/TF eingesetzt. (C) Typ III: große Kolumella. Die totale Ossikelersatzprothese (TORP) wird von der Steigbügelfußplatte bis zum Manubrium/TF eingesetzt. (D) Typ III: Steigbügelkolumella. Durchgeführt mit Mastoidektomie (CWD) und Obliteration des Mastoids. Dünne Knorpelscheibe und Temporalisfaszie werden auf den Stapeskopf gelegt. (E) Typ IV. Das runde Fenster wird durch dicken Knorpel und Temporalisfaszie akustisch abgeschirmt, während die Fußplatte mit einem dünnen Hauttransplantat bedeckt wird. Diese wird auch mit CWD-Mastoidektomie durchgeführt. (F) Typ V. Ähnlich wie Typ IV, jedoch mit vollständiger Stapedektomie und Ersatz der Fußplatte durch ein Fetttransplantat.(Merchant et al., 2003)

#### 2.2.5.2. Typ I Tympanoplastik (CWU-Mastoidektomie)

Unser bevorzugtes Transplantatmaterial ist die Temporalisfaszie. Bei kleinen posterioren Perforationen verwendet man die Underlay-transplantationstechnik. (Lee and Schuknecht, 1971) Die Ränder der Perforation werden mit einer

scharfen Nadel aufgefrischt, gefolgt von der Anhebung eines tympanomeatalen Lappens. Die mediale Oberfläche des TF-Restes wird Minutiös untersucht, um Plattenepithel zu finden und zu entfernen, das durch die Perforation auf die Unterseite des TF gewandert sein könnte. Die Gehörknöchelchen werden inspiziert und ihre Beweglichkeit wird bestätigt. Das Faszientransplantat wird auf etwa die doppelte Fläche der Perforation zugeschnitten und dann medial zum TF mit Pfropfen aus Gelfoam (Pharmacia and Upjohn, Kalamazoo, MI) platziert, wobei das Mittelohr aufgefüllt wird, um das Transplantat an seiner Unterseite zu stützen. (Merchant et al., 2003)

Bei anterioren Perforationen, großen posterioren Perforationen und subtotalen/ totalen Perforationen wendet man die Technik des totalen Trommelfellaustausch an (Abbildung 12A). Der Zugang zur Perforation erfolgt über eine endaurale oder postaurikuläre Inzision. Der gesamte Rest des TF wird entfernt, einschließlich des Anulus (Abbildung 12B). Es wird eine Weitfeld-Kanalplastik mit großzügiger Spülung durchgeführt, um eine Überhitzung des Knochens zu vermeiden. Ist das Manubrium nach medial retrahiert, wird die Tensor-Tympani-Sehne durchtrennt und das Manubrium mit einem Spatel vorsichtig in seine normale Position positioniert, während der Incus mit einer Saugspitze in der anderen Hand fixiert wird. Sollte ein übermäßiger Verlust an Mittelohrschleimhaut vorliegen, wird ein Schuknecht-Teflon-Halbmond (Gyrus ENT, Bartlett, TN) oder ein Stück dünne Silastic-Folie (SF Medical, Hudson, MA) in den Paukenraum eingeführt. Das Temporalisfaszie-Transplantat wird auf eine geeignete Größe zugeschnitten, die den gesamten Paukenraum überbrückt und etwa 3 mm an den Wänden des Knochenkanals reflektiert (Abbildung 12C). Ein Schlitz im Transplantat ermöglicht es, das Transplantat medial zum Manubrium zu platzieren und um den Malleushals zu wickeln (Abbildung 12D). Zur Unterstützung des Transplantats kann Gelschaum in den Trommelfellraum eingebracht werden. Die Platzierung des Transplantats medial zum Manubrium verhindert, dass das Transplantat während des Heilungsprozesses lateralisiert. (Mehta et al., 2003)

Anschließend werden Hauttransplantate aufgelegt, um die nicht epithelisierten Oberflächen des Transplantats und der Kanalwand zu bedecken (Abbildung 12D). Es ist besonders wichtig, Hauttransplantate im vorderen tympanomeatalen Winkel zu verwenden. Die Haut- und Faszientransplantate werden durch einen überlappenden Verband an Ort und Stelle gehalten (Abbildung 12E). Der überlappende Verband besteht aus überlappenden Seidenstreifen, die in Cortisporin-Lösung (Burroughs Wellcome, NC) (d. h. Neomycin, Polymixin B, Hydrocortison) getaucht werden, gefolgt von ebenfalls in Cortisporin-Lösung getränkten Baumwollpfropfen, mit denen der Gehörgang gefüllt wird. Die Seidenstreifen werden dann über die mit Antibiotika getränkte Watte gefaltet (Abbildung 12F). Der überlappende Verband wird 2 Wochen lang belassen, um die Rekonstruktion während der vorläufigen Heilung zu stützen. Es ist wichtig, die Hauttransplantate und der überlappende Verband zu konturieren, um einen scharfen tympanomeatalen Winkel wiederherzustellen und ein Blunting zu vermeiden (Abbildung 12G). (Merchant et al., 2003)

Das Blunting bezieht sich auf die Proliferation von fibrösem Gewebe im vorderen tympanomeatalen Winkel, wodurch das Manubrium fixiert wird, was zu Schallleitungsschwerhörigkeit führt (Abbildung 12H). Blunting ist in der Regel das Ergebnis einer Heilunggstörung, ein im Winkel verwendetes Hauttransplantat, oder das Ergebnis eines losen Verbandes.

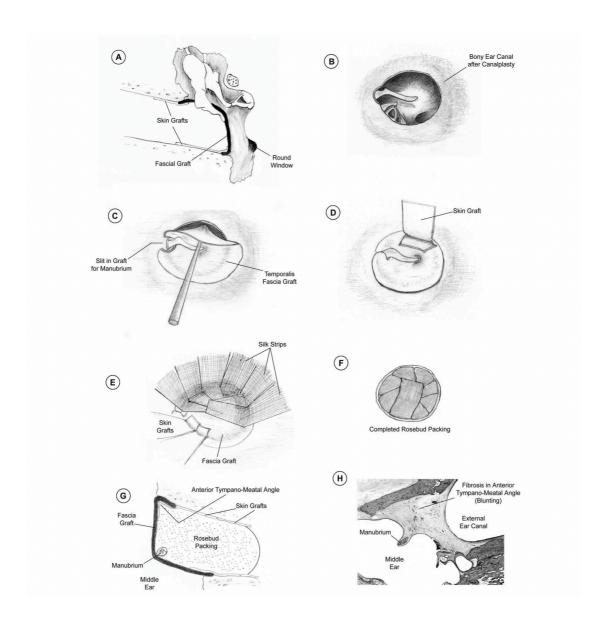


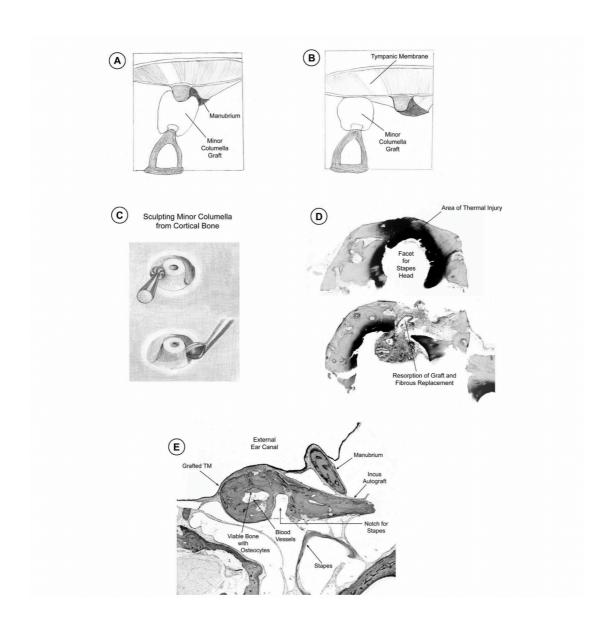
Abb. 12: Technik der Tympanoplastik Typ I: vollständiger Trommelfellersatz.

(A) Vollständiger Trommelfellersatz. (B) Alle Reste des Trommelfells (TF), einschließlich des Ringmuskels, wurden entfernt. Die Haut des knöchernen Gehörgangs wurde exzidiert und eine Kanalplastik durchgeführt. (C) Ein Transplantat der Fascia temporalis wird medial des Manubriums platziert. Durch einen Schlitz im Transplantat kann das Transplantat um den Malleushals drapiert werden. Beachten Sie, dass das Transplantat nur 2 bis 3 mm über die knöcherne Kanalwand hinausragt. (D) Das Hauttransplantat wird platziert, um die nicht epithelisierten Oberflächen der Kanalwand und einen Teil des Faszientransplantats zu bedecken. (E) Der "Rosenknospen-Verband" wird verwendet, um die Faszien- und Hauttransplantate an ihrem Platz zu halten. Überlappende Seidenstreifen, die in Cortisporinlösung getränkt sind, werden angebracht. (F) Die Seidenstreifen werden gefaltet. Der Verband wird für 2 Wochen belassen. (G) Die Hauttransplantate und der Verband werden so geformt, um den normalen tympanomeatalen Winkel wiederherzustellen. Der Verband und die Hauttransplantate sind wichtig, um ein Schrumpfen zu verhindern. (H) Histopathologischer Schnitt, der die fibröse Proliferation im vorderen tympanomeatalen Winkel nach frustraner Tympanoplastik bei einer zentralen Perforation zeigt. (Merchant et al., 2003)

#### 2.2.5.3. Tympanoplastik Typ III: Kolumella-Minor (CWU Mastoidektomie)

Für die Rekonstruktion eines Ohrs mit intakter hinterer Gehörgangswand und beweglichem Steigbügel-Suprastruktur eignet sich eine Minor Columella (Abbildung 13). Das bevorzugtes Rekonstruktionsmaterial ist ein autologes Gehörknöchelchen, entweder der Körper des Incus oder der Kopf des Malleus. Das Ossikulartransplantat wird mit Hilfe des Operationsmikroskops und kleinen Fräsen auf die geeigneten Abmessungen gebracht und großzügig mit Kochsalzlösung gespült, um thermische Verletzungen zu vermeiden. In das Knorpeltransplantat bohrt man eine Vertiefung zur Aufnahme des Steigbügelkopfes und auf der Gegenseite eine Vertiefung zur Aufnahme des Manubriums. (Abbildung 13A). Fehlt das Manubrium oder liegt es zu weit anterior (in Bezug auf den Steigbügel), um eine stabile Montage zu ermöglichen, wird die Strebe vom Steigbügelkapitulum zum Trommelfell gebracht (Abbildung 13B). Es ist wichtig, die Gehörknöchelchen-Strut so klein zu machen, dass sie nicht zu nahe am knöchernen Trommelfellring, Promontorium oder Gesichtskanal liegt, um eine Ankylose des Struts an diesen Strukturen zu verhindern. (Merchant et al., 2003)

Wenn keine autologe Gehörknöchelchen vorhanden sind, stellt man eine kleine Kolumella aus körpereigenem Kortikalis-Knochen her oder verwenden eine PORP. Kortikaler Knochen ist leicht verfügbar, wenn der Eingriff über den endauralen oder postaurikulären Zugang durchgeführt wird. Mit einem kleinen Fräser wird ein Strut aus kortikalem Schädelknochen geformt, wiederum unter großzügiger Kochsalzspülung (Abbildungen 13C und 13D). Nach der Ablösung vom Schädel wird der Strut ähnlich wie ein autologes Gehörknöchelchen modelliert. Die PORP, die derzeit verwendet wird, besteht aus Hydroxylapatit oder Titan. (Mehta et al., 2003)



#### Abb. 13. Typ III Tympanoplastik: Kleine Kolumella.

(A) Kleines Kolumellatransplantat, das zwischen Steigbügelkopf und Manubrium platziert wird. Das Transplantat wird so modelliert, dass es eng anliegt und eine stabile Position einnimmt. (B) Wenn das Manubrium fehlt oder im Verhältnis zum Steigbügel zu weit anterior liegt, wird das Transplantat vom Steigbügelkopf zum Trommelfell (TF) gebracht. (C) Herstellen der kleinen Kolumella aus kortikalem Knochen. Ausgiebige Spülung mit Kochsalzlösung ist wichtig, um thermische Verletzungen beim Bohren zu vermeiden. (D) Auswirkungen eines Hitzetraumas. Histologischer Schnitt des Incus, der als Transplantat zwischen Steigbügelkopf und TF modelliert wurde. Die obere Abbildung zeigt eine intensive, dunkle Färbung als Folge der thermischen Verletzung. Die untere Abbildung zeigt einen angrenzenden Abschnitt, in dem der verletzte Knochen resorbiert und durch faseriges Gewebe ersetzt wurde. (E) Schläfenbeinschnitt mit erfolgreichem Incus-Autotransplantat, das 28 Jahre vor dem Tod eingesetzt wurde. Das Transplantat hat seine Größe und Form beibehalten. Es ist von einer Schleimhautschicht umhüllt, und Blutgefäße sind in den Kern eingedrungen. Einige Bereiche des Transplantats zeigen den Ersatz von nicht lebensfähigem Knochen durch die Anlagerung von neuem Knochen.(Merchant et al., 2003)

#### 2.2.5.4. Tympanoplastik Typ III: Kolumella-Major (CWU-Mastoidektomie)

Eine große Kolumella wird zwischen der Steigbügelfußplatte und dem Trommelfell oder Manubrium eingesetzt, wenn die Steigbügelkrone fehlt, die Fußplatte aber intakt und beweglich ist (Abbildung 11C). Nach Erfahrung ist es schwierig, eine große Kolumella aus autologen Gehörknöchelchen oder kortikalem Knochen so zu formen, dass sie präzise in die Nische des ovalen Fensters eingesetzt werden kann. Außerdem birgt eine Ossikel- oder Kortikalis-Knochenstrut das Risiko einer verzögerten Ankylose des Struts am Promontorium. Aus diesen Gründen hat man sich für die Verwendung eines synthetischen Materials (d. h. TORP) als grosse Kolumella entschieden. Bei Ohren, bei denen das Manubrium anatomisch zum Steigbügel passt, bevorzugt man einen Hydroxylapatit-TORP (Design Wehr, Gyrus ENT), der zwischen der Mitte der Fußplatte und dem Manubrium platziert wird. Wenn das Manubrium nicht vorhanden ist oder sich in einer anatomisch ungünstigen Position befindet, verwendet man vorzugsweise eine Titan-TORP (Kurz, Deutschland) von der Mitte der Fußplatte bis zum Trommelfell (Abbildung 11C). Zwischen der TORP und dem Trommelfell wird ein dünnes Knorpelstück platziert, um das Risiko einer Extrusion zu verringern. Falls erforderlich, wird zur Stabilisierung Gelfoam um die TORP gelegt. Im Allgemeinen wird TORPs aus Titan bevorzugt, weil sie (1) leichter sind und der Schwerpunkt näher am medialen (unteren) Ende liegt (im Vergleich zu TORPs aus anderen Materialien), so dass sie weniger leicht umkippen können; und (2) man das mediale Ende der TORP während der Positionierung sehen kann, da das laterale Ende ein Ring aus Titan und keine undurchsichtige Plattform ist. (Merchant et al., 2003)

2.2.5.5. Tympanoplastik Typ III: Stapes Columella (in Verbindung mit CWD-Mastoidektomie)

Die Stapes-Kolumella-Rekonstruktion vom Typ III wird immer dann verwendet, wenn eine CWD-Mastoidektomie durchführt wird und der Stapes intakt und beweglich ist (Abbildung 14A). Eine vollständige CWD- Mastoidektomie mit Meatoplastik und Kanalplastik wird mit einem postaurikulären Zugang

durchgeführt, wobei alle Mastoidzellen gründlich exenteriert und der Knochen bis auf Höhe des Nervus facialis heruntergebohrt wird (Abbildung 14B). Zur Obliteration der Mastoidhöhle wird Knochenmehl (Pate) verwendet, der mit einem Sheehy-Pate-Sammler (OtoMed, Lake Havasu City, AZ) aus nicht infiziertem lateralen Kortikalisknochen gewonnen wird (Abbildung 14C). Die Pate wird vollständig von einem inferior gelegenen periostal-perikranialen Lappen bedeckt (Abbildung 14D). Ein Fascia temporalis-Transplantat wird zur Überbrückung des Mittelohr-Luftraums verwendet. Das Transplantat wird in Kontakt mit dem Stapes Capitulum platziert und dann über den Gesichtskanal und den Gesichtskamm drapiert (Abbildung 14E). In den letzten Jahren hat man eine dünne Scheibe (0,3 bis 0,5 mm dick und 6 mm im Durchmesser) aus Meatus- oder Tragus-Knorpel zwischen das Faszientransplantat und den Steigbügelkopf eingefügt (Abbildung 14D), die dazu dient, die effektive, vibrierende Oberfläche des Trommelfell-Transplantats, das mit dem Steigbügelkopf verbunden ist, zu vergrößern, was zu besseren postoperativen Hörergebnissen führt. (Merchant et al., 2003) Hauttransplantate mit unterschiedlichen Dicke werden verwendet, um nicht epithelisierte Oberflächen der Kanalwand, der Mastoidhöhle und Teile des Faszientransplantats und des Periostlappens abzudecken (Abbildung 14F). Die Transplantate werden durch einen überlappenden Verband fixiert, die 2 Wochen postoperativ entfernt wird, und der Patient erhält bis zum Abschluss der Heilung antibiotische Steroidtropfen, wie z. B. Cortisporin-Lösung. (Mehta et al., 2003)

Wie bereits erwähnt, zieht man es vor, bei einem CWD-Eingriff, bei dem der Steigbügel intakt und beweglich ist, die Reste des Trommelfells, Malleus und Incus zu entfernen und das Knorpel-Faszien-Transplantat direkt auf dem Steigbügelkopf zu platzieren. Wenn man sich dafür entschieden hat, die Gehörknöchelchen zu belassen oder eine Verstrebung zwischen Steigbügelkopf und Manubrium zu platzieren, kam es bei einigen Ohren zu einer Atelektase oder einer Retraktion des Trommelfell-Transplantats um die Gehörknöchelchen herum, wobei Trümmer zurückblieben und sich Granulationsgewebe bildete. Solche durch die Trommelfell-Retraktion verursachten Probleme werden durch die Knorpelfaszientechnik minimiert. (Merchant et al., 2003)

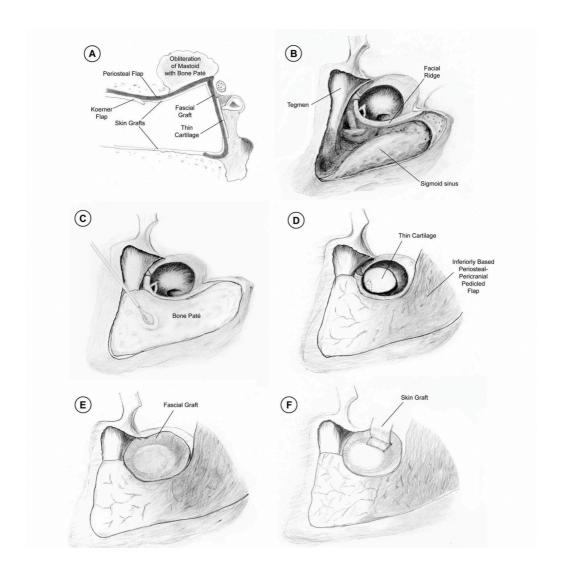


Abb. 14: Tympanoplastik Typ III: Steigbügelkolumella.

(A) Platzierung einer dünnen Knorpelscheibe plus Faszie auf dem Steigbügelkopf. Der Eingriff wird in Verbindung mit einer Mastoidektomie nach unten (CWD) und einer Obliteration des Mastoids mit Knochenmehl und einem inferior gelegenen Periostlappen durchgeführt. (B) Die CWD-Mastoidektomie ist abgeschlossen, wobei der gesamte pathologische Befund des Mittelohrs und des Mastoids entfernt wurde. (C) Die Mastoidhöhle wird mit einem Knochenschicht verschlossen. Die Platte wird in die Mastoidspitze, den Sinoduralwinkel, das Antrum und den Bereich oberhalb und hinter dem lateralen Bogengang eingearbeitet. (D) Der Knochenschicht wird vollständig von einem periostal-perikranialen, gestielten Lappen bedeckt, der von unten nach oben reicht. Eine dünne Knorpelscheibe (0,3 bis 0,5 mm dick und 6 mm im Durchmesser) wird auf den Steigbügelkopf gelegt. (E) Ein großes Transplantat der Temporalisfaszie wird zur Überbrückung des Mittelohrs verwendet und seitlich der Knorpelscheibe platziert. (F) Spalthauttransplantate werden verwendet, um nicht epithelisierte Oberflächen der Kanalwand, der Mastoidhöhle und Teile des Faszientransplantats zu bedecken. Die Transplantate werden durch einen überlappenden Verband an Ort und Stelle gehalten. (Merchant et al., 2003)

# 2.2.5.6. Tympanoplastik Typ III: Columella Major mit TORP (in Verbindung mit CWD-Mastoidektomie)

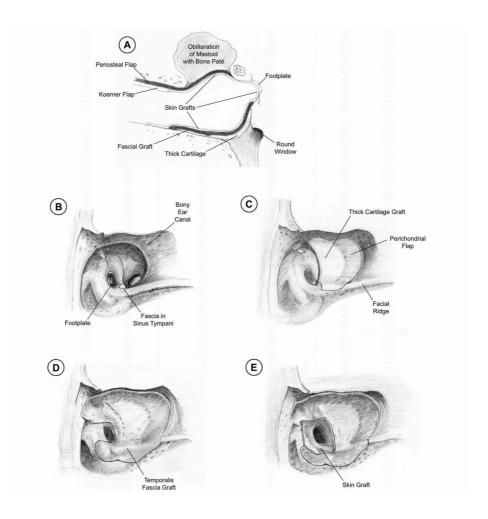
Man kann die TORP-Rekonstruktion in Verbindung mit der CWD-Mastoidektomie einsetzen, wenn der Steigbügel-Suprastruktur fehlt, die Fußplatte aber beweglich ist. Die TORP-Rekonstruktion ist eine Alternative zur Typ-IV-Tympanoplastik und eignet sich besonders, wenn die Nische des ovalen Fensters tief und eng ist. Das Verfahren ähnelt der Stapes-Kolumella-Technik vom Typ III, mit dem Unterschied, dass ein TORP (entweder Hydroxy-Apatit oder Titan) zwischen Fußplatte und TF-Transplantat platziert wird. Zwischen dem TORP und dem Faszientransplantat wird ein dünnes Knorpelstück eingebracht. Es ist wichtig, die Länge der TORP so zu verkürzen, dass ihre seitliche Ausdehnung etwa auf der Höhe des Gesichtskanals liegt. Ein längerer TORP führt dazu, dass das Trommelfell durch den TORP eingeklemmt wird, was die Gefahr einer Extrusion erhöht. (Merchant et al., 2003)

#### 2.2.5.7. Tympanoplastik Typ IV (mit CWD-Mastoidektomie)

Man führt das Typ-IV-Verfahren durch, wenn eine CWD-Mastoidektomie vorliegt, die Stapes-Suprastrukur fehlt, die Fußplatte beweglich ist und die Nische des ovalen Fensters flach ist. Eine tiefe oder schmale ovale Fensternische macht es problematisch, dass Hauttransplantate an der Fußplatte anwachsen, in diesem Fall bevorzugt man eine TORP. Die Prinzipien eines Typ IV bestehen darin, die Fußplatte zu exteriorisieren und mit einem sehr dünnen Spalthauttransplantat zu bedecken, das ovale Fenster akustisch vom runden Fenster zu trennen und das runde Fenster mit einem ausreichend steifen Gewebetransplantat abzuschirmen (Abbildung 15A). (Glasscock and Gulya, 2003) (Merchant et al., 1998) Der erste Teil des Eingriffs besteht aus einer CWD-Mastoidektomie und einer Obliteration des Mastoids mit Knochenmehl und einem Periost-Perikranial-Lappen, ähnlich wie bei der Stapes-Kolumella-Rekonstruktion Typ III. Im Anschluss an diesen Eingriff wird die Schleimhaut um die Nische des ovalen Fensters entfernt und der Knochen freigelegt, damit das Gewebetransplantat, das das runde Fenster abdecken

wird, an den Rändern der Nische des ovalen Fensters anhaften kann (Abbildung 15B). (Merchant et al., 2003)

Ein kleines Stück Faszien wird aufgerollt und im Sinus tympani zwischen den beiden Fenstern platziert, um die akustische Isolierung des runden Fensters vom ovalen Fenster zu unterstützen (Abbildung 15B). Das runde Fenster und das Hypotympanon werden dann mit einem halbmondförmigen Stück Tragaloder Meatusknorpel (mindestens 1 mm dick) oder einem Stück dicker Silastic-Folie (1 mm dick) abgedeckt (Abbildung 15C). Das Perichondrium wird von einer Oberfläche des Knorpels angehoben und auf die Kanalwand als Kipplappen platziert, der zur Stabilisierung des Knorpels beiträgt. (Mehta et al., 2003)



#### Abb. 15: Tympanoplastik Typ IV.

(A) Typ-IV-Tympanoplastik. Die Stapes-Fußplatte wird mit einem sehr dünnen Hauttransplantat bedeckt, während das runde Fenster (RF) durch ein Transplantat aus dickem Knorpel und Temporalisfaszie akustisch abgeschirmt wird. Das Verfahren wird in Verbindung mit einer Mastoidektomie (CWD) durchgeführt, bei der das Mastoid durch eine Knochenmehl und einen inferior gelegenen Periostlappen obliteriert wird. (B) Die Schleimhaut über der Steigbügelfußplatte und der umgebenden Nische des ovalen Fensters (OF) wird entfernt, so dass der Knochen freigelegt wird, damit das Faszientransplantat an den Rändern der OF-Nische anhaften kann. Die Schleimhaut im Epitympanum, Hypotympanum und in der RF-Nische bleibt erhalten. Ein kleines Stück Faszien wird aufgerollt und im Sinus tympani zwischen den beiden Fenstern platziert, um die akustische Isolierung von RF und OF zu unterstützen. (C) Hypotympanum und RF sind von einem halbmondförmigen Knorpelstück von 1 mm Dicke bedeckt. Das Perichondrium von einer Oberfläche des Knorpeltransplantats wird angehoben und auf die Kanalwand reflektiert, um den Knorpel zu stabilisieren. (D) Ein großes Stück der Temporalisfaszie wird oberhalb des Knorpeltransplantats platziert, wobei eine U-förmige Öffnung in die Faszie eingebracht wird, um OF freizuhalten. (E) Die Fußplatte wird mit einem sehr dünnen Spalthauttransplantat bedeckt, das in die OF-Nische invaginiert wird. Das Hauttransplantat wird so angelegt, dass es das Faszientransplantat anterior und inferior überlappt. (Merchant et al., 2003)

Anschließend wird ein großes Stück Temporalisfaszie oberhalb des Knorpeltransplantats platziert und eine U-förmige Öffnung in die Faszie geschnitten, um die Nische des ovalen Fensters freizuhalten (Abbildung 15D). Die Fußplatte wird mit einem sehr dünnen, spaltdicken Hauttransplantat

bedeckt, das in die Nische des ovalen Fensters invaginiert wird (Abbildung 15E). Das Hauttransplantat überlappt das Faszientransplantat anterior und inferior. Die Haut wird durch einen kleinen, mit einem Antibiotikum (z. B. Bacitracin-Salbe) getränkten Wattepfropfen in der richtigen Position gehalten. Der Wattepfropfen verbleibt für mindestens 3 Wochen unter dem überlappenden Verband. Das Hauttransplantat über der Fußplatte sollte sehr dünn sein, was dazu beiträgt, dass die Fußplatte beweglich bleibt. Die Abdeckung der Fußplatte mit einem Faszientransplantat anstelle eines Hauttransplantats birgt das Risiko einer Heilung durch Fibrose, was zu einer Beeinträchtigung der Mobilität der Fußplatte führt. (Merchant et al., 2003)

#### 2.2.5.8. Tympanoplastik Typ V (mit CWD-Mastoidektomie)

Wenn die Fußplatte während eines CWD-Eingriffs fixiert wird, kann in einem zweiten Schritt eine Tympanoplastik vom Typ V in Erwägung gezogen werden (Abbildung 11F). Im Vorgriff auf dieses spätere Verfahren wird die Nische des ovalen Fensters mit Fettgewebe aufgefüllt, und der Rest des Verfahrens wird wie bei einer Tympanomastoidektomie vom Typ IV durchgeführt, einschließlich der Verwendung eines Knorpel-Faszien-Transplantats zur Abschirmung des runden Fensters und eines Spalthauttransplantats zur Abdeckung des Fetts in der Nische des ovalen Fensters. Man erwägt eine zweite Phase des Typ-V-Verfahrens, wenn (1) eine saubere und trockene Paukenhöhle ohne Infektion oder rezidivierende Beschwerden vorliegt und (2) das Hypotympanum und die Nische des runden Fensters belüftet sind, was gegebenenfalls durch ein CT bestätigt werden kann. Das Verfahren vom Typ V wird mit einem transmeatalen Zugang durchgeführt. Ein kleiner Lappen wird angehoben, um die Fußplatte freizulegen. Das ovale Fenster wird mit dem zuvor platzierten Fetttransplantat (oder mit einem neuen, aus dem Ohrläppchen entnommenen Fetttransplantat) abgedeckt, und der darüber liegende Lappen wird ausgedünnt oder durch ein Spalthauttransplantat ersetzt, um das Fettgewebe abzudecken. (Mehta et al., 2003)

#### 1.2.6. Komplikationen und Risiken

Eine Aufklärung des Patienten bezüglich möglichen Komplikationen bei einer Tympanoplastik ist erforderlich.

Unter den häufigsten Komplikationen zählen, die die Cochlea und das vestibuläre System betreffen. Daher spielen die postoperative vestibulocochleäre Überprüfungen eine große und wichtige Rolle. Bei pathologischem Nystagmus oder eine lateralisation ins gesunde Ohr bei dem Weber-Test soll eine weitere Abklärung mittels Tonaudiometrie durchgeführt werden.(Kwok et al., 2017)

Eine Schädigung der Innenohrfunktion ist bei jedem Eingriff am Mittelohr möglich und muss frühzeitig erkannt werden. Sie kann durch die folgende 3 Punkte bedingt sein:

- ototoxische Desinfizienzien
- akustisches Trauma
- mechanisches Trauma

Auch nach einer unkomplizierten und einfachen Tympanoplastik Typ I muss immer mit einem Innenohrabfall gerechnet werden. Deshalb soll am 1., 2., 3. und 4. postoperativen Tag ein Tonaudiogramm über Knochenleitung durchgeführt werden. Häufig zeigt sich erst am 3. oder 4. Tag die Leistungsreduktion des Innenohrs. Gleichzeitig erfolgt an diesen Tagen die orientierende Untersuchung mit der Frenzel-Brille. (Reiß, 2009, Kwok et al., 2017)

Nach einem komplikationslosen postoperativen Verlauf tritt gelegentlich am 3. – 5. postoperativen Tag eine periphere Fazialisparese auf, die aufgrund des Intervalls nicht im Zusammenhang mit einer intraoperativen Verletzung des Nervs stehen kann. Hierbei kommt es zu einer Reaktivierung von Herpesviren im Ganglion geniculi. Deshalb besteht die Therapie in der i. v. Gabe von Aciclovir und Kortison. Bei einer eventuell später notwendigen operativen Revision ist eine Aciclovirprophylaxe indiziert. (Kwok et al., 2017)

Unter anderen zählen folgende Kompilationen:

- Rezidivperforation
- Schmeckstörung bzw. Veränderung des Schmeckvermögens
- Gehörgangsstenose
- Ertaubung
- »Blunting« im Bereich des vorderen tympanomeatalen Winkels mit Schallleitungsschwerhörigkeit. (Reiß, 2009)

### 3. Material und Methoden

#### 3.1. Patientenkollektiv

Das Patientenkollektiv dieser retrospektiven und deskriptiven Arbeit setzt sich aus Patienten zusammen, bei denen im Jahre 2009-2019 an der Asklepios Klinik Altona eine Funktionsstörung des Nervus Fazialis nach einer Tympanoplastik Typ I nachgewiesen wurde. Vergleichend dazu wurde ein Patientenkollektiv erstellt, bei denen im gleichen Zeitraum eine Funktionsstörung des Nervus Fazialis nach Tympanoplastik II-IV auftrat.

## 3.2. Datenerhebung

Die wesentlichen Daten konnten aus den digitalisierten Patientenakten der Abteilung für Hals-, Nasen-, Ohrenheilkunde der Asklepios Klinik Altona erhoben werden.

Alle Patienten mit Tympanoplastik (ICD/OPS 2021 Kodierung: 5-194.0 - 5-195.c), die im Asklepios Klinikum Altona vom 01.01.2019 bis 31.12.2019 operiert wurden, sind für diese Studie eingeschlossen worden. Patienten mit Schienung, sowie ausschließlicher Gehörgangsstenose bzw. -exostose wurden ausgeschlossen.

Die Daten wurden anhand der OPS-Verschlüsselung (OPS 2021 Alphabetisches Verzeichnis: Operationen- und Prozedurenschlüssel; Internationale Klassifikation der Prozeduren in der Medizin) aus dem Krankenhaus-Patientenverwaltungssystem SAP AK Altona extrahiert.

Der Datensatz wurden in anonymisierter Form aus dem Krankenhaus-Informations-System extrahiert und umfasste die folgenden Größen:

Alter, Geschlecht, Tympanoplastik (I versus II-IV), operierte Seite des Ohres, Grund des Eingriffs, Nebendiagnosen, prä/intra/post operativer Abstrich, CRP (C-Reaktives Protein), Leukozyten, Komplikationen, Material und prä- und postoperative Antibiose.

#### Krankenhaus-Patientenverwaltungssystem SAP AK Altona

## OPS 2021 Alphabetisches Verzeichnis: Operationen- und Prozedurenschlüssel

#### 5-194 Myringoplastik [Tympanoplastik Typ I]

- 5-194.0 → Myringoplastik [Tympanoplastik Typ I] Endaural
- 5-194.1↔ Myringoplastik [Tympanoplastik Typ I] Retroaurikulär
- 5-194.2↔ Myringoplastik [Tympanoplastik Typ I] Aufrichtung des Trommelfells (bei frischer Verletzung)
- 5-194.x↔ Myringoplastik [Tympanoplastik Typ I] Sonstige

## 5-195 Tympanoplastik (Verschluss einer Trommelfellperforation und Rekonstruktion der Gehörknöchelchen)

- 5-195.9 Tympanoplastik Typ II bis V
- 5-195.90 → Tympanoplastik Typ II bis V Ohne Implantation einer Prothese
- 5-195.91 → Tympanoplastik Typ II bis V Mit Implantation einer autogenen Prothese (z.B. Auto-Ossikel)
- 5-195.92↔ Tympanoplastik Typ II bis V Mit Implantation einer alloplastischen Prothese
- 5-195.93↔ Tympanoplastik Typ II bis V Mit Implantation einer allogenen oder xenogenen Prothese (z.B. Homoio-Ossikel)
- 5-195.9x↔ Tympanoplastik Typ II bis V Sonstige
- 5-195.a Tympanoplastik mit Attikotomie oder Attikoantrotomie
- 5-195.a0 ← Tympanoplastik mit Attikotomie oder Attikoantrotomie Ohne Implantation einer Prothese
- 5-195.a1↔ Tympanoplastik mit Attikotomie oder Attikoantrotomie Mit Implantation einer autogenen Prothese (z.B. Auto-Ossikel)
- 5-195.a2↔ Tympanoplastik mit Attikotomie oder Attikoantrotomie Mit Implantation einer alloplastischen Prothese
- 5-195.a3↔ Tympanoplastik mit Attikotomie oder Attikoantrotomie Mit Implantation einer allogenen oder xenogenen Prothese (z.B. Homoio-Ossikel)
- 5-195.ax↔ Tympanoplastik mit Attikotomie oder Attikoantrotomie Sonstige

5-195.bTympanoplastik mit Antrotomie oder Mastoidektomie
Inkl.:
Tympanoplastik mit posteriorem Zugang
5-195.b0↔ Tympanoplastik mit Antrotomie oder Mastoidektomie Ohne Implantation einer Prothese
5-195.b1↔ Tympanoplastik mit Antrotomie oder Mastoidektomie Mit Implantation einer autogenen Prothese (z.B. Auto-Ossikel)
5-195.b2↔ Tympanoplastik mit Antrotomie oder Mastoidektomie Mit Implantation einer alloplastischen Prothese
5-195.b3↔ Tympanoplastik mit Antrotomie oder Mastoidektomie Mit Implantation einer allogenen oder xenogenen Prothese (z.B. Homoio-Ossikel)
5-195.bx↔ Tympanoplastik mit Antrotomie oder Mastoidektomie Sonstige
5-195.c Tympanoplastik mit Anlage einer Ohrradikalhöhle
5-195.c0↔ Tympanoplastik mit Anlage einer Ohrradikalhöhle Ohne Implantation einer Prothese
5-195.c1↔ Tympanoplastik mit Anlage einer Ohrradikalhöhle Mit Implantation einer autogenen Prothese (z.B. Auto-Ossikel)
5-195.c2↔ Tympanoplastik mit Anlage einer Ohrradikalhöhle Mit Implantation einer alloplastischen Prothese
5-195.c3↔ Tympanoplastik mit Anlage einer Ohrradikalhöhle Mit Implantation einer allogenen oder xenogenen Prothese (z.B. Homoio-Ossikel)
5-195.cx↔ Tympanoplastik mit Anlage einer Ohrradikalhöhle Sonstige
5-195.x↔ Tympanoplastik mit posteriorem Zugang Sonstige
L II 4 ODO 2004 ALL L II L V

Tabelle 1 - OPS 2021 Alphabetisches Verzeichnis: Operationen- und Prozedurenschlüssel; Internationale Klassifikation der Prozeduren in der Medizin (Auhuber et al., 2020)

## 3.3. Datenaufbereitung

Die Daten lagen weitestgehend als Freitext vor. Einzelne Textstrings wurden aus diesen Einträge extrahiert und die häufigsten Kategorien daraus gebildet. Diese waren:

- Postoperative Komplikationen: Fazialisparese/Geschmackstörung, Hörminderung, Tinnitus, Schwindel und Entzündung/Wunde bzw. Wundheilungsstörung.
- Material: Faszien, Knorpel/Perichondrium, Hautlappenplastik/Voll-Spalthaut
- Gründe der durchgeführten Operation:
  - angeborene Fehlbildung,
  - Cholesteatom
  - Tubenbelüftungsstörung
  - Otitis media/externa
  - Mastoiditis
  - Myringitis
  - additive Stenosen
  - Panotitis
  - Faszialisparesen
  - Perforation/Ruptur des Trommelfells
  - Sklerose
  - Dislokation von Prothesen/Gehörknöchelchen
  - Schwerhörigkeit
  - Neubildungen

#### Nebendiagnosen:

- Adipositas
- Hypertonie
- Diabetes mellitus
- Nikotinkonsum
- Voroperationen am Ohr

#### 3.4. Statistische Methoden

Das primäres Ziel dieser retrospektiven Analyse war das Auftreten von postoperativen Funktionseinschränkungen des Nervus Fazialis in Abhängigkeit der o.g. Daten zu untersuchen. Alle Daten wurden deskriptiv ausgewertet. Kontinuierliche Daten wurden als Mittelwerte +/- Standardabweichungen oder als Mediane [25. und 75. Perzentile] zusammengefasst. Kategoriale Daten wurden als N (%) dargestellt.

Der Zusammenhang der Basisdaten mit dem Auftreten einer postoperativen Funktionseinschränkung des Nervus Fazialis wurde mit Balkendiagrammen dargestellt. Aufgrund des geringes Auftretens postoperativer Funktionseinschränkungen des Nervus Fazialis wurden die Effekte der Basisdaten auf diese Komplikation mit eindimensionalen logistischen Regressionsmodellen analysiert. Die Modellergebnisse wurden mit Odds Ratios und 95 % Konfidenzintervallen, sowie Wahrscheinlichkeitsplots, die für den Wertebereich der einzelnen Größen die modellbasierte Wahrscheinlichkeit für das Auftreten einer Funktionseinschränkung des Nervus Fazialis ausgeben, dargestellt.

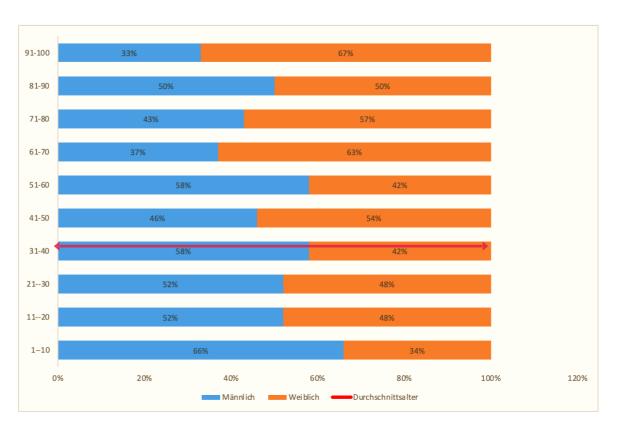
Alle p-Werte waren zweiseitig und ein p-Wert < 0.05 wurde als signifikant angesehen. Alle Berechnungen wurden mit der statistischen Analysesoftware R (R Core Team, 2021) durchgeführt. (Team, 2013)

## 4. Ergebnisse

## 4.1. Deskriptive Daten

#### 4.1.1. Patientenkollektiv

In die Studie wurden 1225 Patienten genommen, hiervon waren 567 weiblich (46%) und 657 männlich (54%) und ein einziger Fall gab es keine Angabe für Geschlecht. Hier lag der Durchschnittsalter (Mittelwert) bei 38 Jahre, die Median-Spannweite reichte von minimal 19 Jahren bis maximal 54 Jahren.



Grafik 1 - Fallzahl nach Altersgruppe und Geschlecht des Patientenkollektivs

Es wurden insgesamt 432 (35%) Tympanoplastik Typ I und 792 (65%) Tympanoplastik II-IV durchgeführt. Ein einziger Fall blieb unbekannt.

Art der Tympanoplastik	% (n)
Tympanoplastik Ty I	35% (432)
Tympanoplastik II-IV	65% (792)
Unbekannt	(1)
Gesamt	100% (1225)

Tabelle 2 - Durchgeführte Tympanoplastiken I-IV von 2009-2019 in der Asklepios Klinik Altona, Hals-, Nasen-, Ohrenheilkunde.

Die am häufigsten operierten Seite war rechts mit 613 Fälle (50%) und auf der linken Seite wurden 607 (49,6%) Patienten operiert. Bei 5 Fällen gab es keine Seitenangaben.

Operierte Seite	% (n)
Links	50% (613)
Rechts	49,6% (607)
Unbekannt	0,40% (5)
Gesamt	100 % (1220)

Tabelle 3 - Seite der durchgeführten Tympanoplastik von 2009-2019 in der Asklepios Klinik Altona, Hals-, Nasen-, Ohrenheilkunde.

Unter den analysierten Daten wurden die vorhandene prä-, intra-, und postoperativen positiven Abstriche und deren nachgewiesene Keime erhoben.

präoperative Abstriche	N	% (n)
Streptococcus agalactiae (ß-häm.Strepto.d. Gr.B	1225	< 0.1 (1)
Streptococcus pneumoniae	1225	0,2 (2)
Staphylococcus aureus	1225	1.1 (14)
Staphylococcus epidermidis	1225	0.2 (3)
Staphylococcus auricularis	1225	0.2 (2)
Corynebacterium sp.	1225	0.6 (7)
Propionibacterium acnes	1225	0.2 (2)
Escherichia coli (E. Coli)	1225	0.4 (5)
Pseudomonas aeruginosa	1225	0.4 (5)
MRSA (S.aureus methicillinres.)	1225	< 0.1 (1)

Tabelle 4 - Präoperative Abstriche bei durchgeführten Tympanoplastiken I-IV von 2009 - 2019 in der Asklepios Klinik Altona, Hals-, Nasen-, Ohrenheilkunde.

Bei der präoperativen Abstriche zeigte sich, dass Staphylococcus aureus die höchste Prävalenz mit 14 Fällen (1,1 %) darstellt, gefolgt von Corynebacterium Sp. mit 7 Fälle n(0.6%) und Escherichia Coli und Pseudomonas aeruginosa mit 5 Fällen (0.4%) jeweils.

intraoperative Abstriche	N	% (n)
Streptococcus agalactiae (ß-häm.Strepto.d. Gr.B	1,225	0 (0)
Streptococcus pneumoniae	1,225	0 (0)
Staphylococcus aureus	1,225	0.2 (3)
Staphylococcus epidermidis	1,225	0.9 (11)
Staphylococcus auricularis	1,225	0.2 (3)
Corynebacterium sp.	1,225	0.5 (6)
Propionibacterium acnes	1,225	0.2 (3)
Escherichia coli (E. Coli)	1,225	0 (0)
Pseudomonas aeruginosa	1,225	0.6 (7)
MRSA (S.aureus methicillinres.)	1,225	0 (0)

Tabelle 5 - Intraoperative Abstriche bei durchgeführten Tympanoplastiken I-IV von 2009 - 2019 in der Asklepios Klinik Altona, Hals-, Nasen-, Ohrenheilkunde.

In der intraoperativen Abstrichen hat Staphylococcus epidermidis die höchste Prävalenz (11 Fälle, 0.9%) gezeigt. Gefolgt von Pseudomona aeruginosa (7 Fälle, 0.6 %) und Corynebacterium sp. (6 Fälle, 0.5%).

postoperative Abstriche	N	N = 1,225
Streptococcus agalactiae (ß-häm.Strepto.d. Gr.B	1,225	<0.1 (1)
Streptococcus pneumoniae	1,225	0 (0)
Staphylococcus aureus	1,225	0.4 (5)
Staphylococcus epidermidis	1,225	0.3 (4)
Staphylococcus auricularis	1,225	0.2 (2)
Corynebacterium sp.	1,225	0.2 (3)
Propionibacterium acnes	1,225	0.3 (4)
Escherichia coli (E. Coli)	1,225	0.2 (2)
Pseudomonas aeruginosa	1,225	0.4 (5)
MRSA (S.aureus methicillinres.)	1,225	0.2 (3)
Eikenella corrodens	1,225	<0.1 (1)

Tabelle 6 - Postoperative Abstriche bei durchgeführten Tympanoplastiken I-IV von 2009 - 2019 in der Asklepios Klinik Altona, Hals-, Nasen-, Ohrenheilkunde.

Unter den postoperativen Abstrichen waren Pseudomona aeruginosa und Staphylococcus aureus mit der höchsten Prävalenz von 5 Fällen jeweils.

	N	N = 1225
CRP	853	
Median [IQR]		1.4 [0.7, 3.4]
Mittelwert (SD)		3.5 (9.5)
Unbekannt	372	
Leukozyten	980	
Median [IQR]		7.00 [5.80, 8.40]
Mittelwert (SD)		7.27 (2.07)
Unbekannt	245	

Tabelle 7 - Präoperative Messung der Leukozytenzahl und CRP bei Tympanoplastiken Typ I bis IV von 2009 - 2019 in der Asklepios Klinik Altona, Hals-, Nasen-, Ohrenheilkunde.

Wie in der letzten Tabelle gezeigt wird, wurden in 853 Fällen von insgesamt 1225 (69.6%) ein CRP-Wert gemessen. Der Median-Wert lag bei 1.4. Bei 372 Fälle gab es keine Angabe eines CRP-Werts.

Im Bezug der Leukozytenzahl zeigte sich bei insgesamt 980 Fälle ein Median Wert von 7.00. Bei 245 Fällen wurde keine Leukozytenzahl dokumentiert.

	N	% (n)
Präoperative Antibiose	1225	2.9 (36)
Perioperative Antibiose	1225	26 (316)

Tabelle 8 - Antibiotische Behandlung prä-, und perioperativ bei durchgeführten Tympanoplastik I bis IV von 2009-2019 in der Asklepios Klinik Altona, Hals-, Nasen-, Ohrenheilkunde.

Nebendiagnose	N	% (n)
Adipositas	1,225	0.7 (9)
Arterielle Hypertonie	1,225	9.6 (118)
Diabetes Mellitus	1,225	3.6 (44)
Nikotinabusus	1,225	2.4 (30)
Voroperationen im betroffenen Ohr	1,225	17 (207)

Tabelle 9 - Nebendiagnosen bei durchgeführten Tympanoplastiken von 2009-2019 in der Asklepios Klinik Altona, Hals-, Nasen-, Ohrenheilkunde.

Die höchste Prävalenz unter den Nebendiagnosen war eine Voroperation im betroffenen Ohr bei 17 % (n=207), gefolgt von der arteriellen Hypertonie mit 9.6% (n= 118) und Diabetes Mellitus mit 3.6% (n=44).

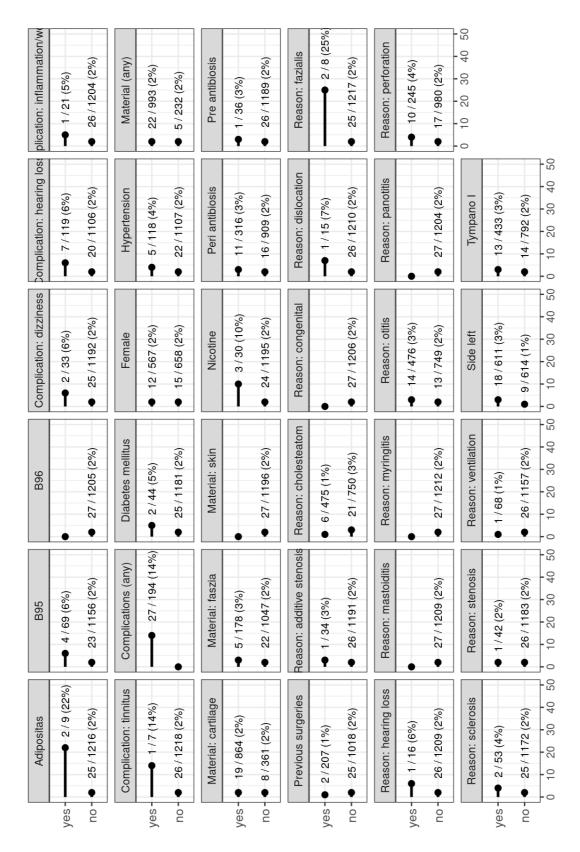


Tabelle 10 - Einflussgrößen sämtlichen Variabel auf die Einschränkung der Fazialisfunktion nach Tympanoplastik von 2009-2019 in der Asklepios Klinik Altona, Hals-, Nasen-, Ohrenheilkunde.

# 4.1.2. Einflussgrößen auf Einschränkung der Fazialisfunktion nach Tympanoplastik.

In diese Studie stellten insgesamt 27 Patienten eine Einschränkung der Fazialisfunktion (Parese/Geschmackstörung) nach Tympanoplastik dar. Folgend wird eine statistische Analyse im Bezug sämtliche erhobene Variablen diesen Fällen im Vergleich mit dem gesamten Patientenkollektiv präsentiert.

Es werden für sämtliche Variablen, der Einfluss auf das Auftreten einer Einschränkung der Fazialisfunktion nach Tympanoplastik untersucht.

Geschlecht: von 567 Patientinnen haben 12 (2%) eine Einschränkung der Fazialisfunktion gezeigt.

#### 4.1.2.1 Vorerkrankungen

- Adipositas: Es gibt 9 Patienten mit der Diagnose Adipositas (BMI >30 m²/kg), wobei 2 davon eine Einschränkung der Fazialisfunktion entwickelten (22%). Andererseits entwickelten von 1216 nicht-adipösen Patienten 25 eine Einschränkung der Fazialisfunktion (2%).
- Diabetes Mellitus: In den Daten gab es 44 Patienten mit Diabetes Mellitus, wobei 2 davon eine Einschränkung der Fazialisfunktion entwickelt haben (5%). Auf der anderen Seite zeigten von 1181 Patienten, ohne Diabetes Mellitus, 25 eine Einschränkung der Fazialisfunktion (2%).
- 3. Arterielle Hypertonie: 4 % aller Patienten (5/118) mit arterieller Hypertonie haben eine Einschränkung der Fazialisfunktion gezeigt. Andererseits zeigte sich, dass es bei 2 % (22/1107) der Patienten ohne arterielle Hypertonie eine Einschränkung der Fazialisfunktion gab.
- 4. Nikotinabusus: Bei 30 Patienten wurde Nikotinabusus diagnostiziert, davon entwickelten 10% (3/30) eine Einschränkung der Fazialisfunktion nach

Tympanoplastik. Bei 1195 Fälle lag kein Nikotinabusus vor, davon zeigte sich 2 % (24) der Fälle mit einer Einschränkung der Fazialisfunktion nach Tympanoplastik.

5. Voroperationen des betroffenen Ohres: Es gibt 207 Patienten mit Voroperationen des betroffenen Ohres, davon präsentierten 1 % (2) eine Einschränkung der Fazialisfunktion. Auf der anderen Seite gab es 1018 Fälle ohne vorliegenden Voroperationen des betroffenen Ohres, davon zeigten 2% (25) den Fällen eine Einschränkung der Fazialisfunktion.

#### 4.1.2.2 Komplikationen

- Vertigo/Schwindel: Es gibt 33 Patienten mit postoperativem Schwindel, davon haben 2 Fälle (6%) eine Einschränkung der Fazialisfunktion nachgewiesen. Andererseits entwickelten 25 von 1192 Patienten (2%) eine Einschränkung der Fazialisfunktion.
- Hörminderung: Von 119 Patienten mit einer postoperativen Hörminderung trat bei 7 Patienten (6%) eine Einschränkung der Fazialisfunktion auf. 2 % (20/1106) aller Patienten ohne eine postoperativen Hörminderung haben eine Einschränkung der Fazialisfunktion gezeigt.
- 3. Wundheilungsstörung: Von den 21 Patienten mit einer diagnostizierten postoperativen Wundheilungsstörung trat bei einem Patienten (5%) eine Einschränkung der Fazialisfunktion auf. 1204 Patienten zeigten keine Wundheilungsstörung, 26 Patienten aus dieser Gruppe (2%) entwickelten eine Einschränkung der Fazialisfunktion.

- 4. Tinnitus: Bei 8 Patienten trat Tinnitus postoperativ auf, davon zeigte sich ein Patient (14%) mit einer zusätzlichen Einschränkung der Fazialisfunktion. Andererseits entwickelten 26 von 1218 Patienten ohne Tinnitus (2%) eine Einschränkung der Fazialisfunktion.
- 5. Allgemeine Komplikationen: Kumulativ betrachtet zeigten sich 194 Patienten mit einer Komplikation, wovon 27 (14%) eine Einschränkung der Fazialisfunktion aufwiesen.

#### 4.1.2.3. Verwendetes Material bei der Tympanoplastiken

- 1. Knorpel/Perichondrium: Es gibt 864 Patienten bei denen Knorpel/Pericondrium im Rahmen der Tympanoplastik verwendet wurde, hiervon zeigten ca. 2% (19) eine postoperative Einschränkung der Fazialisfunktion.
- Faszie: Es gibt 178 Patienten bei denen Faszie als Material im Rahmen der Tympanoplastik verwendet wurde, davon haben 3 % (5) eine Einschränkung der Fazialisfunktion gezeigt.
- 3. Hautlappenplastik/Voll-Spalthaut: 27 von 1196 (2%) Patienten mit Hauttransplantat zeigten postoperativ eine Einschränkung der Fazialisfunktion. Bei 29 Patienten mit einer Hauttransplantat erfolgte keine weitere Dokumentation bezüglich einer postoperativen etwaigen Fazialisfunktionseinschränkung.

#### 4.1.2.4. Antibiose Prä oder Perioperativ bei Tympanoplastik

- 1. Präoperative Antibiose: Bei 36 Patienten wurde eine präoperative Antibiotika-Behandlung dokumentiert, davon trat bei 3 % (1) eine Einschränkung der Fazialisfunktion auf.
- 2. Perioperative Antibiose: Bei 316 Patienten wurde im Rahmen einer Tympanoplastik eine perioperative Antibiose dokumentiert, davon trat bei 3%

(11) eine Einschränkung der Fazialisfunktion auf. 2% (26) aus der Gruppe der Patienten ohne perioperative Antibiose, entwickelten eine Einschränkung der Fazialisfunktion.

#### 4.1.2.5. Präoperative Diagnose der durchgeführten Tympanoplastiken

- 1. Angeborene Malformationen: Bei 2 % (27/1206) der Patienten mit angeborener Malformation, zeigte sich postoperativ eine Einschränkung der Fazialisfunktion.
- 2. Additive Stenosen: 34 Patienten zeigten eine additive Stenose, davon entwickelte ein Patient (3 %) eine Einschränkung der Fazialisfunktion. In der Gruppe ohne additive Stenose zeigten 2 % (26/1191) eine Fazialisfunktionseinschränkung.
- 3. Prothesendislokation: 15 Patienten zeigten eine Prothesendislokation davon entwickelte ein Patient (7 %) eine Einschränkung der Fazialisfunktion. In der Gruppe ohne Prothesendislokation zeigten 2 % (26/1210) eine Fazialisfunktionseinschränkung.
- 4. Fazialisparese: 8 Patienten zeigten präoperativ eine bekannte Fazialisparese, davon entwickelten zwei Patienten (25 %) eine Progredienz/Persistenz der Fazialisfunktionseinschränkung. 1217 Patienten zeigten in der Dokumentation keine präoperative Fazialiseinschränkung. Davon 2% (25) der Patienten entwickelten postoperativ eine Fazialisfunktionseinschränkung.
- 5. Hörminderung: 16 Patienten zeigten eine präoperative Hörminderung, davon entwickelte ein Patient (6 %) eine Einschränkung der Fazialisfunktion. 26 (2%) von 1209 Patienten ohne dokumentierte Hörminderung haben eine postoperative Fazialisfunktionseinschränkung gezeigt.
- 6. Mastoiditis: 27 von 1209 (2%) Patienten mit einer diagnostizierten Mastoiditis zeigten postoperativ eine Einschränkung der Fazialisfunktion. Bei 16 Patienten mit einer diagnostizierten Mastoiditis erfolgte keine weitere

- Dokumentation bezüglich einer postoperativen etwaigen Fazialisfunktionseinschränkung
- 7. Myringitis: 27 von 1212 (2%) Patienten mit einer diagnostizierten Myringitis zeigten postoperativ eine Einschränkung der Fazialisfunktion. Bei 13 Patienten mit einer diagnostizierten Myringitis erfolgte keine weitere Dokumentation bezüglich einer postoperativen etwaigen Fazialisfunktionseinschränkung
- 8. Panotitis: 27 von 1204 (2%) Patienten mit einer diagnostizierten Panotitis zeigten postoperativ eine Einschränkung der Fazialisfunktion. Bei 21 Patienten mit einer diagnostizierten Panotitis erfolgte keine weitere Dokumentation bezüglich einer postoperativen etwaigen Fazialisfunktionseinschränkung
- 9. Otitis: 476 Patienten zeigten eine Otitis, davon entwickelten 14 Patienten (3%) eine Einschränkung der Fazialisfunktion. In der Gruppe ohne Otitis zeigten 2 % (13/749) eine Fazialisfunktionseinschränkung.
- 10.Trommelfellperforationen: 245 Patienten zeigten eine Trommelfellperforation, davon entwickelten 10 Patienten (4 %) eine Einschränkung der Fazialisfunktion. In der Gruppe ohne Trommelfellperforation zeigten 2 % (17/980) eine Fazialisfunktionseinschränkung.
- 11.Otosklerose: 53 Patienten zeigten eine Otosklerose, davon entwickelten 2Patienten (4%) eine Einschränkung der Fazialisfunktion. In der Gruppe ohne Otosklerose zeigten 2 % (25/1172) eine Fazialisfunktionseinschränkung.
- 12.Belüftungsstörungen: 68 Patienten zeigten eine Belüftungsstörung, davon entwickelte ein Patient (1%) eine Einschränkung der Fazialisfunktion. In der Gruppe ohne Belüftungsstörungen zeigten 2 % (26/1157) eine Fazialisfunktionseinschränkung.
- 13.Cholesteatom: 475 Patienten zeigten eine Cholesteatom, davon entwickelten 6 Patient (1%) eine Einschränkung der Fazialisfunktion. In der Gruppe ohne Cholesteatom zeigten 3 % (21/750) eine Fazialisfunktionseinschränkung.

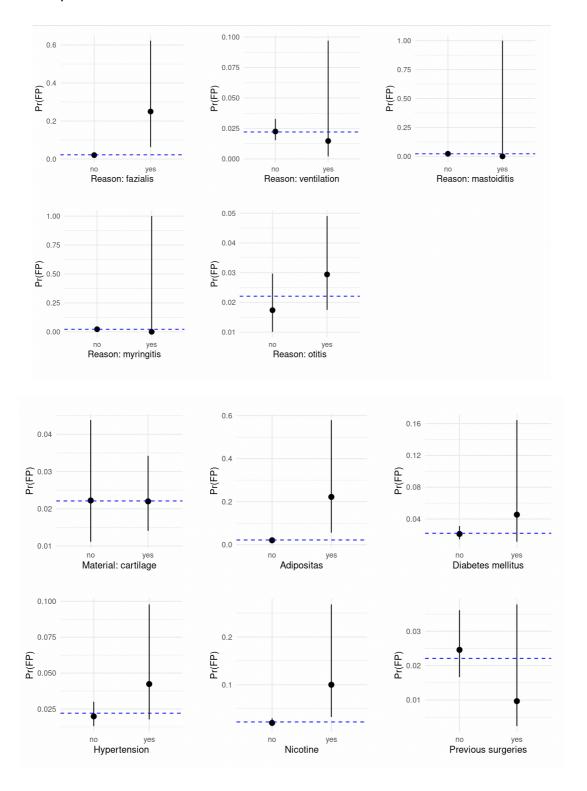
#### 4.1.2.6. Art der Tympanoplastik

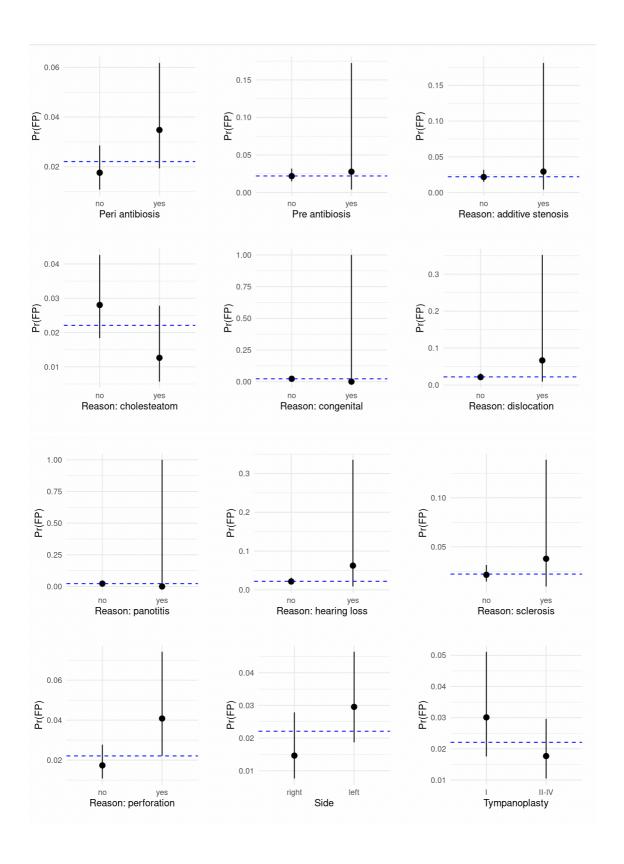
Insgesamt bekamen 433 Patienten eine Tympanoplastik Typ I. 13 Patienten (3%) aus dieser Gruppe entwickelten postoperativ eine Fazialisfunktionseinschränkung.

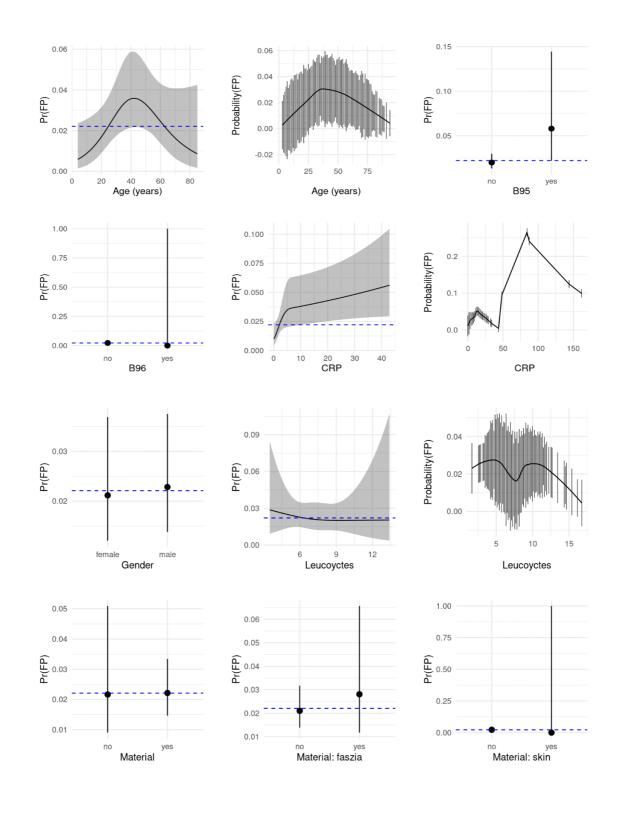
792 Patienten erhielten eine Tympanoplastik Typ II-IV. 14 Patienten (2%) entwickelten in dieser Gruppe eine postoperative Fazialisfunktionseinschränkung.

#### 4.1.3. Wahrscheinlichkeitsplots

Die folgenden Plots sind weitestgehend modellbasiert. Für Alter, Leukozytenzahl und CRP werden sowohl die modellbasierten, als auch die empirischen Wahrscheinlichkeiten beschrieben.





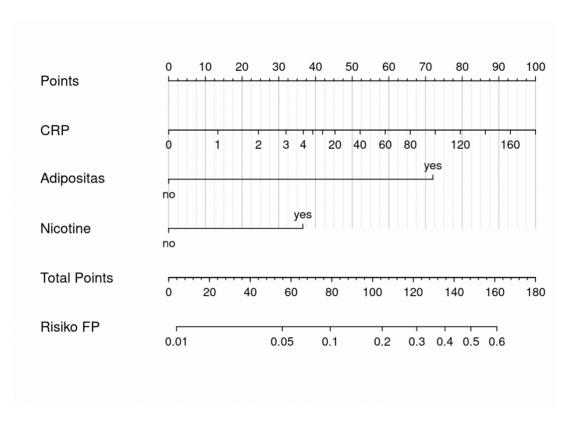


Grafik 2 - Wahrscheinlichkeitsplots

Die durchgeführten Wahrscheinlichkeitsplots decken sich mit den Ergebnissen der beschriebenen Tabelle 10. Es wurde keine statistische Signifikanz (p > 0.05) beschrieben. (Wilke et al., 2019)

#### 4.1.4. Normogramm

Hier zeigt sich ein logistisches Regressionsmodell zur Fazialisparese mit den Prädikaten CRP, Adipositas und Nikotinabusus. (Harrell and Dupont, 2008)



Grafik 3 - Normogramm zur Einschätzung des Risikos für eine Fazialisfunktionseinschränkung auf Basis von einem logistischen Regressionsmodell mit den Einflussgrößen CRP, Adipositas und Nikotin. FP: Fazialisparese bzw. Fazialisfunktionseinschränkung.

Die Punktwerte (Points, ganz oben) für CRP, Adipositas und Nikotin ablesen und summieren und bei Total Points (vorletzte Zeile) auf die Skala Risiko Fazialisparese bzw. Fazialisfunktionseinschränkung (FP) (ganz unten) projizieren. Diese gibt das Risiko in Anteilen aus (also 0.05 = 5 %, 0.2 = 20 %). (Henry and Wickham, 2020)

#### 3.1.4.1 Tabellen mit den Punkte-Scores

## 3.1.4.1.2. Prädikator CRP

## Die Tabelle 11 zeigt die Scorewerte des Prädikators CRP

value	points
0	0.000
1	13.410
2	24.438
3	31.974
4	36.679
5	39.262
10	41.914
20	45.330
40	52.164
60	58.998
80	65.832
100	72.665
120	79.499
140	86.333
160	93.166
180	100.000

**Tabelle 11: Scorewerte von CRP** 

#### 3.1.4.1.3. Prädikator Adipositas

value	points
no	0.000
yes	71.992

**Tabelle 12: Scorewerte von Adipositas** 

Die Tabelle 12 zeigt die Scorewerte des Prädikators Adipositas

#### 3.1.4.1.4. Prädikator Nikotinabusus

value	points
no	0.000
yes	36.553

**Tabelle 13: Scorewerte von Nikotinabusus** 

Die Tabelle 13 zeigt die Scorewerte des Prädikators Nikotinabusus

## 5. Diskussion

In der Studie wurden 1225 Patienten inkludiert, hiervon waren 567 weiblich (46%) und 657 männlich (54%) und bei einem einzigen Fall gab es keine Angabe für Geschlecht. Der Mittelwert des Alters lag bei 38 Jahre und der Medianwert bei 37 Jahre. Verglichen mit dem Durchschnittsalter (45,9 Jahre) in Deutschland liegt die Population in diese Studie deutlich weit darunter. (Urmersbach, 2022) Ein direkter Zusammenhang des Auftretens der Komplikationen nach Tympanoplastik-Techniken konnte nicht nachgewiesen werden bzw. ergab sich keine statistische Korrelation mit den vorgelegten Daten.

In der Asklepios Klinik Altona zwischen den Jahren 2009-2019 sind bei ca. 1/3 der Fällen (35%) eine Tympanoplastik Typ I durchgeführt worden und bei ca. 2/3 (65%) verteilen sich auf Tympanoplastiken von Typ II-IV.

Die Seiteneingaben in dieser Studie sind zu vernachlässigen, da sie sich insgesamt homogen bei ca. 50% jeweils verteilen

#### 5.1. Abstriche

Bei den perioperativen Abstriche zeigte sich vor allem eine Prävalenz mit ähnlichem Spektrum von üblichen Erreger einer Otitis oder Bakterien aus der Hautflora wie z.B. Staphylokokken, Pseudomona und als letztes Corynebacterium. Lautet die Literatur können Infektionen mit Corynebacterium mit Fremdmaterialen wie Shunts und Prothesen assoziiert sein (Abele-Horn, 2010), welche wiederum mit unserer Patientenkohorte mit Mittelohrprothesen in Verbindung stehen könnte.

Zum einen können Bakterien das Mittelohr retrograd über der Nasopharynx und zum anderen über den äußeren Gehörgang bei einer Trommelfellperforation erreichen. (Boczek, 2020) Typische Bakterien sind Pseudomonas aeruginosa, das vor allem feuchte Gehörgänge besiedelt sowie Staphylococcus aureus (Wackym and Snow, 2016), das bei 20 - 50 % der gesunden Normalbevölkerung insbesondere die Haut des Nasenvorhofes kolonisiert

(Suerbaum et al., 2020). In dieser Studie wurde eine geringgradige prozentuale Variation zwischen Präoperative und perioperative Keimsprektren nachgewiesen.

Insgesamt konnte keine besondere Korrelation in den Daten mit dem Auftreten einer Einschränkung der Fazialisfukntion und die nachgewiesenen Erreger statistisch dargestellt werden.

#### 5.2. Präoperative Entzündungsparameter und prä-, perioperative Antibiose

In den erhobenen Daten bzgl. Entzündungsparameter stellte sich bei steigenden Entzündungswerten (CRP im Median >30 mg/l) eine signifikant höhere Wahrscheinlichkeit einer Fazialisfunktionseinschränkung zu erleiden dar. Bei den Leukozytenzahl zeigt sich eine ähnliche Tendenz und eine Signifikanz bei Leukozyten über 10,5 µl.

In der Auswertung der Daten fiel auf, dass nur bei 2,9% des gesamten Patientenkollektiv eine präoperative Antibiose dokumentiert wurde und bei nur 26% eine perioperative Antibiose eingeleitet wurde. In den Einflussgrößen hatten 3% der Patienten mit einer prä oder perioperative Antibiose ein erhöhtes Risiko einer Fazialisfunktionseinschränkung zu Entwickeln im Vergleich zu 2 % der Kontrollgruppe, welche keine Antibiose erhalten haben. (Siehe Tabelle 10). Dies weisst auf eine Verzerrung des Patientenkollektivs in der Auswertung hin, da bei Patienten mit einer präoperativen Antibiose und perioperativen Antibiose entweder im Vorweg die Entzündugswerte bzw entzündlichen Zustand bereits hoch oder ausgeprägt war.

In der Studie von Bonkowsky (Bonkowsky et al., 1998) wird zum Beispiel beschrieben, dass eine Reaktivierung von Viren (u.a. Herpes-Simplex-Virus-1 oder Varizella Zoster) durch den Operationsstress zu einer Immunreaktion führt, die für die Spätparese des Nervs verantwortlich sein kann (Eckermann, 2020). Unter diesem Erkenntnis wäre in unseren Daten zu korrelieren, dass einer perioperative Antibiose ohne präoperativen positiven Abstrich keine bedeutende Wirksamkeit zur Vorbeugen einer postoperative Fazialisfunktionseinschränkung nach durchgeführter Tympanoplastik aufweisen würde. Empirisch und

erfahrungsgemäß wird aber im den klinischen Alltag sehr häufig eine prophylaktische Antibiose eingeleitet

Wie Eckermann erläutert, können in Zusammenhang mit bakteriellen Infektionen bei Mittelohroperationen virale Superinfektionen auftreten. (Eckermann, 2020) Die bakteriellen Infektionen, die als direkte Ursache zu bewerten sind, sind heutzutage in den meisten Fällen mit einer antibiogrammgerechten Antibiose zu behandeln. Es ist wichtig zu erwähnen, dass eine bakterielle Infektion in diesem Rahmen sehr selten ist und nach Vrabec bei 1:20000 liegt. (Vrabec, 1999)

Aufgrund diese Tatsache sollte überlegt werden bzw. in zukünftigen Studien ob eine prä- und perioperative Antibiose bei allen Patienten, die eine Tympanoplastik unterziehen, statistisch relevant ist, somit wäre die Wirkung der perioperativen antibiotischen Therapie und ihre statistische Relation mit dem Auftreten einer Fazialisfunktionseinschränkung auswertbar und ggf. könnte dadurch das Risiko des Auftretens der Fazialiseinschränkung minimiert werden.

#### 5.3. Nebendiagnosen

Die Vor-Operationen des Ohres können nur als wahrscheinliche Variable zur Begünstigung einer Fazialisfunktionseinschränkung gesehen werden, da im meisten Fällen konsultieren die Patienten mit akuten oder chronischen Beschwerden oder weil eine Pathologie bereits vorliegt.

Die gesamten Nebendiagnosen (Adipositas, arterielle Hypertonie, Diabetes Mellitus, Nikotinabsusus und Vor-Operationen) zeigen in der statistischen Auswertung, dass in unserem Patientenkollektiv abgesehen vom Geschlecht und der Vor-Operationen alle ein erhöhtes Risiko zur Entwicklung einer Fazialisfunktionseinschränkung aufweisen. (Siehe Tabelle 10).

Die Nebendiagnose Diabetes Mellitus vor allem im Verbindung mit arterieller Hypertonie spielt eine Rolle als direkte allgemeine Ursache zur Entwicklung einer Fazialisparese. (Heckmann et al., 2017) Diese Tatsache kann in Anhang unseren Daten und unten beschriebenen Einflussgrößen in direkten

Zusammenhang zur Begünstigung des Auftretens einer Fazialisfunktionseinschränkung nach Tympanoplastik bestätigt werden.

#### 5.4. Einflussgrößen

In der Auswertung zeigt sich, dass die Gruppen klein sind, jedoch liegt die Kontrollgruppe bei im Durchschnitt ca. 2%iger Komplikationsrate. Dies scheint im Anbetracht der verschiedenen Einflussgrößen als statistischen Mittel zu definieren sein.

Die einzelnen Variablen zeigten teilweise große Prozentuale Unterschiede (Adipositas 22%, Diabetes 5% u.a.) was wiederum für die kleine Kohortenzahl spricht. Bei der Einflussgröße Adipositas gab es 9 Patienten mit der Diagnose Adipositas (BMI >30 m²/kg), wobei 2 davon eine Einschränkung der Fazialisfunktion entwickelten (22%). Andererseits entwickelten von 1216 nichtadipösen Patienten 25 eine Einschränkung der Fazialisfunktion (2%).

Bei der Einflussgröße Nikotinabusus haben wir 30 Patienten mit einer positiven Anamnese zu Nikotinabusus diagnostiziert, davon entwickelten 10% (3/30) eine Einschränkung der Fazialisfunktion nach Tympanoplastik. Bei 1195 Fälle lag kein Nikotinabusus vor, davon zeigte sich 2 % (24) der Fälle mit einer Einschränkung der Fazialisfunktion nach Tympanoplastik.

Im Bezug auf das verwendetes Material (Knorpel oder Faszie) zeigt sich ein geringer Unterschied mit dem Vorteil zur Verwendung vom Knorpel, jedoch ist aufgrund der Kohortenanzahl auch nicht signifikant nachweisbar, dies zeigt sich z.B. auch in den Wahrscheinlichkeitsplots.

Aus diesen Gründen soll eine bessere Dokumentation und Standarisierung im Bezug prä-, intra und postoperatives Vorgehen erfolgen. (z.B. Labor bzw. Entzündungsparametermessung, Antibiose, Abstriche)

Nach dem Beschluss/Empfehlung von Eckermann et al zur perioperativen Antibiotikatherapie zeigte sich in unseren Daten eine Deckung der Ergebnisse, dass eine perioperative Antibiose das Risiko einer postoperativen Fazialisfunktionseinschränung senkt. Dieses wird aber noch kontrovers diskutiert.

Die Revision-Operationen sowie Cholesteatomen zeigen wiedererwartend eine umgedrehte Wahrscheinlichkeit einer Fazialisfunktionseinschränkung zu entwickeln, dies kann sich so darstellen, weil bei solchen Pathologien eine umfangreichen bzw. genauere präoperative Diagnostik möglicherweise durchgeführt wird.

Die Erhöhung der Leukozytenzahl und CRP-Werte korrelieren mit der Diagnose, die einer entzündlichen Pathogenese nachweisen und somit auch ein erhöhtes Risiko einer Fazialisfunktionseinschränkung zu entwickeln.

Bei der Mastoiditis, Myringitis sowie Panotitis ist die Gruppengröße so klein, dass kein Wahrscheinlichkeitsplot zur erstellen war. Hier sollte ein größeres Patientenkollektiv untersucht werden.

Bezüglich Trommelfellperforation zeigt sich ein erhöhtes Risiko einer Fazialisfunktionseinschränkung zu entwickeln, passend zur Tympanoplastik von Typ I. Eine Stapesoperationen wird beispielsweise praktisch nur in nicht entzündlichen Ohren mit intaktem Trommelfell durchgeführt. Bei den anderen Mittelohroperation ist eine Infektion des Ohres aufgrund einer Trommelfellperforation mit der Häufung einer Fazialisfunktionseinschränkung nachzuweisen. Die Perforation des Tympanums ist mit Kontamination direkt verbunden. (Eckermann et al., 2020)

Obwohl beim gesamten Patientenkollektiv nach durchgeführter Tympanoplastik das Verhältnis von Typ I zu Typ II-IV bei 1/3 zu 2/3 liegt, zeigt sich ein Missverhältnis unter den Patienten mit einer Fazialisfunktionseinschränkung von 3% (13 Patienten) bei der Tympanoplastik von Typ I zur 2% (14 Patienten) bei der Tympanoplastik von Typ II-IV. Das zeigt ein klares erhöhtes generelles Risiko zur Entwicklung einer Fazialisfunktionseinschränkung von ca. 50 % bei einer Tympanoplastik Typ I im Vergleich bei einer Tympanoplastik Typ II-IV. (Siehe 5.1.2.6.) Dieses Verhältnis kann man auch in der Studie von Bonkowsky (Bonkowsky et al., 1998) sehen, in der bei 2 Patienten nach Tympanoplastik Typ II und 3 Patienten nach Tympanoplastik Typ I eine Spätparese des Nervus

Fazialis aufgetreten ist. Hier waren allerdings die immunologischen Veränderungen in diesen Lähmungen auch mit einer Reaktivierung von HSV-1 zu vereinbaren. Außerdem zeigte sich hier, dass eine minimale Stimulation des Gesichtsnervs während einer Mittelohroperation zu einer Reaktivierung von HSV-1 im generierten Ganglion führen könnte, was wiederum zu einer Gesichtslähmung führen kann.

Genauer Beleuchtung gerade im Bezug auf die Einflussgrößen würden sich bei einer höheren Gruppengröße zeigen. Allerdings scheint der größte Risikofaktor in dieser Studie die Operationstechnik zu sein.

5.5. Normogram und Prädikatoren CRP, Nikotinabusus, Adipositas im Bezug des Auftretens einer Fazialisfunktionseinschränkung bei Tympanoplastik von Typ I und von Typ II-III.

Die meisten in der klinischen Medizin verwendeten Normogramme sind lineare graphische Darstellungen, in denen der Benutzer lotrechte Linien zu anderen, mit einer Skala versehen, Linien zu ziehen hat. Der Schnittpunkt ergibt ein numerisches Resultat. Dieses Verfahren führt im Grunde eine bestimmte mathematische Berechnung aus.(von Glenn Tisman) Der Schnittpunkt stellt die Lösung einer statistischen Funktion in einem Vorhersagemodell dar, welches das Ergebnis einer klinischen Studie ist. (Ohori et al., 2004) Die mit dem Verbinden der Linien gelöste statistische Gleichung ist häufig eine Regressionsgleichung, das heißt eine Multivariant-Analyse oder logistische Regression, die eine mathematische Näherung für einer Vorhersage ist. (von Glenn Tisman, Koh et al., 2003)

Es wurde das Normogramm als Vorhersagewerkzeug für die genannte Prädikatoren bzw. Variabel bevorzugt. (Ohori et al., 2004) Die Gruppen haben oft überlappende klinische Parameter. Ein Beispiel für eine gruppierte Analyse ist das Zusammenfassen von Patienten mit einer Erhöhung des CRP-Wertes, vorhandenem Adipositas und Nikotinabusus als Patienten mit hohem Risiko zum Auftreten einer Fazialisfunktionseinschränkung nach Tympanoplastik zu verstehen.

Der Vorteil von Normogrammen als Methode zur Vorhersage von Ergebnissen im Vergleich mit anderen Methoden diesen Zweckes ist, dass das Verwenden von Normogrammen das fortlaufende Quantifizieren jeder einzelnen krankheitsbezogenen Variablen gestattet. (von Glenn Tisman)

Nun wird eine Darstellung der Applikation des oben genannten Normogramms in den einzelnen Fällen des Patientenkollektivs, die eine Fazialisfunktionseinschränkung nachgewiesen haben.

Fallnummer	Art der Tympanoplastik	Prädikatoren CRP, Adipositas, Nikotinabusus	Normogrammgerecht e vorhergesagte Wahrscheinlichkeit zur Entwicklung einer Fazialisfunktionseinsc hränkung in %
1	Tympanoplastik Typ I	CRP: 84,1, Adipositas	45
2	Tympanoplastik Typ II-IV	CRP: 2,2 , Nikotinabusus	7,5
3	Tympanoplastik Typ I	Keine Dokumentation bzgl. CRP, keine Komorbiditäten	0
4	Tympanoplastik Typ II-IV	CRP: 2,8, keine weitere Komorbiditäten	2,5
5	Tympanoplastik Typ II-IV	Keine Dokumentation bzgl. CRP, keine Komorbiditäten	0
6	Tympanoplastik Typ I	CRP: 2,8, keine weitere Komorbiditäten	2
7	Tympanoplastik Typ II-IV	CRP: 3,5, Nikotinabusus	7,5
8	Tympanoplastik Typ II-IV	CRP: 16,9, Nikotinabusus	13
9	Tympanoplastik Typ II-IV	CRP: 7, keine Komorbiditäten	7,5
10	Tympanoplastik Typ I	CRP: 4,9, keine Komorbiditäten	2
11	Tympanoplastik Typ II-IV	CRP: 11,7, keine Komorbiditäten	2,5
12	Tympanoplastik Typ I	CRP: 0,3, keine Komorbiditäten	1
13	Tympanoplastik Typ I	CRP: 0,3, keine Komorbiditäten	1

Fallnummer	Art der Tympanoplastik	Prädikatoren CRP, Adipositas, Nikotinabusus	Normogrammgerecht e vorhergesagte Wahrscheinlichkeit zur Entwicklung einer Fazialisfunktionseinsc hränkung in %
14	Tympanoplastik Typ II-IV	CRP: 1,5, keine Komorbiditäten	1,5
15	Tympanoplastik Typ I	Keine Dokumentation bzgl. CRP, keine Komorbiditäten	0
16	Tympanoplastik Typ I	Keine Dokumentation bzgl. CRP, keine Komorbiditäten	0
17	Tympanoplastik Typ II-IV	CRP: 6,1 , keine Komorbiditäten	2,5
18	Tympanoplastik Typ II-IV	CRP: 2,6, keine Komorbiditäten	1
19	Tympanoplastik Typ I	CRP: 2, keine Komorbiditäten	1
20	Tympanoplastik Typ I	CRP: 1,4, keine Komorbiditäten	1,5
21	Tympanoplastik Typ I	CRP: 4, keine Komorbiditäten	2,5
22	Tympanoplastik Typ I	CRP: 3,2, keine Komorbiditäten	2
23	Tympanoplastik Typ II-IV	CRP: 6,8, keine Komorbiditäten	2,5
24	Tympanoplastik Typ II-IV	Keine Dokumentation bzgl. CRP, Adipositas	7,5
25	Tympanoplastik Typ I	Keine Dokumentation bzgl. CRP, keine Komorbiditäten	0
26	Tympanoplastik Typ I	CRP: >1, keine Komorbiditäten	0
27	Tympanoplastik Typ I	CRP: >1, keine Komorbiditäten	0

Tabelle 14 - Fallbezogene normogrammgerechte vorhergesagte Wahrscheinlichkeit zur Entwicklung einer Fazialisfunktionseinschränkung.

In der vorherigen Tabelle kann eine normogrammgerechte Wahrscheinlichkeit zur Entwicklung einer Fazialisfunktionseinschränkung nach den Prädikatoren CRP, Adipositas und Nikotinabusus nach durchgeführter Tympanoplastik Typ I bei 3,8 % und Tympanoplastik Typ II-IV bei 4,6 % dargestellt werden. Trotz geringer operativen Invasivität bei der Tympanoplastik Typ I im Vergleich mit der Invasivität einer Tympanoplastik Typ II-III zeigt der Typ I ein relatives erhöhtes Risiko zur Entwicklung einer Fazialisfunktionseinschränkung bei vorhandenen Prädikatoren wie Erhöhung des CRP's, Adipositas und Nikotinabusus, welche nach dieser Auswertung als Risikofaktoren betrachtet werden können.

Wie in der Studie von Salviz (Salviz et al., 2015) beschrieben, war Nikotinabusus der einzige Faktor, verbunden mit einem höhen Risiko für das Versagen einer Tympanoplastik Typ I und somit verbunden mit Wundheilungsstörungen und prä- oder postoperativen Infektionen, hier ist diese letzte in unserer Prädikatoren mit der Erhöhung des CRP's zu repräsentieren. Aus diesem Grund soll den Patienten empfohlen werden, mit dem Rauchen aufzuhören, bevor sie sich einer Tympanoplastik Typ I unterziehen, und die Patienten sollen zusätzlich über die möglichen nachteiligen Auswirkungen des Rauchens auf den Erfolg der Operation informiert werden.

Eine höhere Prävalenz einer Fazialisfunktionseinschränkung nach durchgeführten Tympanoplastik Typ II-III kann in Zusammenhang der vorhanden Daten und Prädikatoren dieser Studie bestätigt werden. Es ist trotz zu Empfehlen einer sorgfältige präoperativen Vorbereitung vor der Durchführung einer Tympanoplastik mit genauer Erhebung einer Anamnese und Erkennung multiplen Risikofaktoren wie die Erhöhung des CRP's, Adipositas und Nikotinabusus.

### 6. Zusammenfassung

Das operative Vorgehen bei einer Tympanoplastik von Typ I und eine Tympanoplastik von Typ II-IV stellt eine unterschiedliche operative Invasivität dar. Der Zusammenhang mit postoperativen Komplikationen wie z.B. eine Fazialisfunktionseinschränkung zwischen einer Tympanoplastik Typ I und Typ II-IV ist bisher in statistischen relevanten Studien ungenügend beschrieben. Nach der retrospektiven Analyse der erhobenen Daten in dieser Studie lassen sich mehrere neue Erkenntnisse zum Verstand der Relation, Unterschiede und einigen Risikofaktoren darstellen, die das Auftreten einer Fazialisfunktionseinschränkung nach durchgeführter Tympanoplastik von Typ I und von Typ II-IV begünstigen.

Eine direkte Relation der perioperativen Antibiose zur Begünstigung oder zur Vermeidung des Auftretens einer Fazialisfunktionseinschränkung konnte in Anhand der Daten nicht nachgewiesen werden. Aufgrund der Tatsache, dass eine Fazialisparese nach Tympanoplastik durch eine virale Reaktivierung mit konsekutivem Ödem bereits nachgewiesen wurde, sollte eine perioperative antibiotische Therapie ohne positives oder nachgewiesenes Keimspektrum nicht als Standard angenommen werden. Ratsam wären diesbezüglich weiterführende Studien. Empirisch ist bisher in den klinischen Alltag eine Antibiose als prophylaktisch angesehen.

Des Weiteren wird dargestellt, dass obwohl beim gesamten Patientenkollektiv (n= 1225) nach durchgeführter Tympanoplastik das Verhältnis von Typ I zu Typ II-IV bei 1/3 zu 2/3 liegt, zeigt sich ein Missverhältnis unter den Patienten mit einer Fazialisfunktionseinschränkung von 3% bei der Tympanoplastik von Typ I zur 2% bei der Tympanoplastik von Typ II-IV. Das zeigt ein klares erhöhtes generelles Risiko zur Entwicklung einer Fazialisfunktionseinschränkung von ca. 50 % bei einer Tympanoplastik Typ I im Vergleich bei einer Tympanoplastik Typ II-IV.

Nach Erstellung eines Normogramms zur Einschätzung des Risikos für eine Fazialisfunktionseinschränkung auf Basis von einem logistischen Regressionmodell mit den Einflussgrößen Erhöhung vom CRP, Adipositas und

Nikotinabusus konnte unter unseren Patienten, die eine Fazialisfunktionseinschränkung entwickelt haben, ein Risiko bei der Tympanoplastik vom Typ I von 3,8% und bei der Tympanoplastik vom Typ II-IV von 4,6 % nachgewiesen werden.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass auch bei vermeintlichen einfachen Trommelfellverschlüssen bzw. Tympanoplastik vom Typ I bei Patienten mit Risikofaktoren wie z.B. Erhöhung des CRP's, Adipositas und Nikotinabusus ein erhöhtes Risiko zur Entwicklung einer Fazialisfunktionseinschränkungen vorhanden ist. Hier sollte auf eine ausreichende Anamnese, Diagnostik und Vorverhandlung beachtet werden. Nach Bestätigung dieser Annahme wäre die Erstellung eines Risikoscores zur besseren Einschätzung sinnvoll. Zielführend ist z.B. eine Erweiterung der Studie mit randomisiertem verblindetem Patientenkollektiv.

#### 7. Abstract

The surgical procedure of type I tympanoplasty and type II-IV tympanoplasty represents a different surgical invasiveness. The association with postoperative complications such as facial function impairment between type I and type II-IV tympanoplasty has been insufficiently described in relevant statistical studies to date. After retrospective analysis of the collected data in this study, several new findings can be presented on the understanding of the relation, differences, and some risk factors favoring the occurrence of facial function limitation after performed type I and type II-IV tympanoplasty.

A direct relation of perioperative antibiosis to favoring or preventing the occurrence of facial function impairment could not be demonstrated in the Analysis of the data. Due to the fact that facial paresis after tympanoplasty due to viral reactivation with consecutive edema has already been proven, perioperative antibiotic therapy without positive or proven germ spectrum should not be adopted as standard. Further studies would be advisable in this regard. Empirically, antibiosis has been considered prophylactic in clinical practice so far.

Furthermore it is shown that although in the whole patient collective (n= 1225) after performed tympanoplasty the ratio of type I to type II-IV is 1/3 to 2/3, there is a disproportion among patients with facial function impairment of 3% in type I tympanoplasty to 2% in type II-IV tympanoplasty. This shows a clear increased general risk of developing facial function impairment of approximately 50% with type I tympanoplasty compared with type II-IV tympanoplasty.

After creating a normogram to estimate the risk of facial function impairment based on a logistic regression model with the influencing variables of CRP elevation, obesity, and nicotine abuse, a risk of 3.8% for type I tympanoplasty and 4.6% for type II-IV tympanoplasty was demonstrated among our patients who developed facial function impairment.

In conclusion, even in cases of presumed simple tympanic membrane occlusion or type I tympanoplasty, patients with risk factors such as elevation of CRP, obesity, and nicotine abuse are at increased risk for developing facial function impairment. In this case, attention should be paid to adequate anamnesis, diagnosis and treatment. After confirmation of this assumption, the establishment of a risk score would be useful for better assessment. An extension of the study with a randomized blinded patient collective, for example, would be goal-oriented.

# 8. Bibliografie

- 2008. Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde 635 Abbildungen, 58 Tabellen, Georg Thieme Verlag.
- ABELE-HORN, M. 2010. Antimikrobielle Therapie: Entscheidungshilfen zur Behandlung und Prophylaxe von Infektionskrankheiten, Wiehl.
- AUHUBER, T. C., MEDIZINPRODUKTE, B. F. A. U., GMBH, D. Ä.-V. & GESUNDHEIT, D. B. F. 2020. OPS 2021 Alphabetisches Verzeichnis: Operationen- und Prozedurenschlüssel; Internationale Klassifikation der Prozeduren in der Medizin, Deutscher Aerzte Verlag.
- AUMÜLLER, G.-. 2020. Anatomie, Thieme.
- ÄUSSERE GEHÖRGANG, H. S. V., TROMMELFELL, H., CORTI-ORGAN, H. E. & DER ÄUSSERE HAARZELLEN, H. F. Anatomie und Physiologie.
- AUSTIN, D. F. 1972. Transcanal Tympanoplasty. *Otolaryngologic Clinics of North America*, 5, 127-143.
- BALJOSEVIC, I., DJERIC, D., MILOVANIC, J. & SUBAREVIC, V. 2008. [Chronic suppurative inflammation of the middle ear in children]. *Srp Arh Celok Lek*, 136, 350-3.
- BEGALL, K., DORSCHNER, M., VORWERK, W., VORWERK, U. & DIETZMANN, K. 1998. [Histological studies of tympanic membrane rim defects in chronic otitis media mesotympanalis]. *Hno*, 46, 748-52.
- BOCZEK, P. 2020. Funktionelle Ergebnisse nach Tympanoplastik Typ I in Underlay-Technik mit autologen Transplantaten, Ruhr-Universität Bochum.
- BOENNINGHAUS, H.-G.-. 1986. Hals-Nasen-Ohrenheilkunde für Medizinstudenten gegliedert nach dem Gegenstandskatalog 3 ; im Anhang 280 Prüfungsaufgaben, Springer.
- BONKOWSKY, V., PERE, P., KOCHANOWSKI, B., HOSEMANN, W., STRUTZ, J. & ARNOLD, W. 1998. Delayed Facial Palsy following Uneventful Middle Ear Surgery: A Herpes Simplex Virus Type 1 Reactivation? *Annals of Otology, Rhinology & Laryngology*, 107, 901-905.
- BRAUS, H. & ELZE, C. Anatomie des Menschen : ein Lehrbuch für Studierende und Ärzte, Berlin ; Heidelberg [u.a.], Springer.
- COLLETTI, V., FIORINO, F. G. & SITTONI, V. 1987. Minisculptured ossicle grafts versus implants: long-term results. *Am J Otol*, 8, 553-9.
- CORNING, H. K. 1922. Lehrbuch der topographischen Anatomie für Studierende und Ärzte; mit 677 meist farbigen Abbildungen, Bergmann.
- ECKERMANN, J. 2020. Ursache und Therapie der Spätparese des Nervus facialis nach Mittelohroperationen. Universität zu Lübeck.
- ECKERMANN, J., MEYER, J. E. & GUENZEL, T. 2020. Etiology and therapy of delayed facial paralysis after middle ear surgery. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 277, 965-974.
- GLASSCOCK, M. E., 3RD 1976. Symposium: contraindications to tympanoplasty. II. An exercise in clinical judgment. *Laryngoscope*, 86, 70-6.
- GLASSCOCK, M. E. & GULYA, A. J. 2003. *Glasscock-Shambaugh Surgery of the Ear*, BC Decker.

- GYO, K., GOODE, R. L. & MILLER, C. 1986. Effect of middle ear modification on umbo vibration. Human temporal bone experiments with a new vibration measuring system. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*, 112, 1262-8.
- HADLEY, W. 2016. Ggplot2: Elegrant graphics for data analysis, Springer.
- HARDER, J. 2010. Funktionelles und audiologisches Ergebnis der Tympanoplastik Typ I mit Perichondrium und Muskelfaszie.
- HARRELL, F. E. & DUPONT, C. 2008. Hmisc: harrell miscellaneous. *R package version*, 3, 437.
- HECKMANN, J., LANG, C., GLOCKER, F., URBAN, P., BISCHOFF, C., WEDER, B., REITER, G., MEIER, U., GUNTINAS-LICHIUS, O. & NEUROLOGIE, D. G. F. 2017. S2k-Leitlinie Therapie der idiopathischen Fazialisparese (Bell's palsy). *Deutsche Gesellschaft für Neurologie, Hrsg. Leitlinien für Diagnostik und Therapie in der Neurologie.*
- HENRY, L. & WICKHAM, H. 2020. Purrr: Functional programming tools.
- KARTUSH, J. M. 2000. Tympanic membrane Patcher: a new device to close tympanic membrane perforations in an office setting. *Otology & Neurotology*, 21, 615-620.
- KOH, H., KATTAN, M. W., SCARDINO, P. T., SUYAMA, K., MARU, N., SLAWIN, K., WHEELER, T. M. & OHORI, M. 2003. A nomogram to predict seminal vesicle invasion by the extent and location of cancer in systematic biopsy results. *The Journal of urology,* 170, 1203-1208.
- KWOK, P., STRUTZ, J. & LINDENBERGER, M. 2017. Klinische Diagnostik des Ohrs. *In:* STRUTZ, J. & MANN, W. J. (eds.) *Praxis der HNO-Heilkunde, Kopf- und Halschirurgie.* 3., unveränderte Auflage ed.: Georg Thieme Verlag.
- LEE, K. & SCHUKNECHT, H. F. 1971. Results of tympanoplasty and mastoidectomy at the Massachusetts Eye and Ear Infirmary. *Laryngoscope*, 81, 529-43.
- LI, K. H., CHAN, L. P., CHEN, C. K., KUO, S. H., WANG, L. F., CHANG, N. C., WANG, H. M., HO, K. Y. & CHIEN, C. Y. 2021. Comparative Study of Endoscopic and Microscopic Type I Tympanoplasty in Terms of Delayed Facial Palsy. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 164, 645-651.
- LOVIN, B. D., SWEENEY, A. D., CHAPEL, A. C., ALFONSO, K., GOVIL, N. & LIU, Y. C. 2021. Effects of Age on Delayed Facial Palsy After Otologic Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Ann Otol Rhinol Laryngol*, 34894211053966.
- ME, P. 1951. The artificial ear drum. The Annals of Otology, Rhinology, and Laryngology, 60, 117-121.
- MEHTA, R. P., RAVICZ, M. E., ROSOWSKI, J. J. & MERCHANT, S. N. 2003. Middle-ear mechanics of Type III tympanoplasty (stapes columella): I. Experimental studies. *Otol Neurotol.* 24, 176-85.
- MERCHANT, S. N., MCKENNA, M. J., MEHTA, R. P., RAVICZ, M. E. & ROSOWSKI, J. J. 2003. Middle ear mechanics of Type III tympanoplasty (stapes columella): II. Clinical studies. *Otol Neurotol*, 24, 186-94.
- MERCHANT, S. N. & NADOL, J. B. 2010. Schuknecht's Pathology of the Ear, People's Medical Publishing House-USA.

- MERCHANT, S. N., RAVICZ, M. E., VOSS, S. E., PEAKE, W. T. & ROSOWSKI, J. J. 1998. Toynbee Memorial Lecture 1997. Middle ear mechanics in normal, diseased and reconstructed ears. *J Laryngol Otol*, 112, 715-31.
- MORITZ, W. 1951. Verschiedene Trommelfellfunktionen unter veränderten Mittelohrverhältnissen. *Archiv für Ohren-, Nasen- und Kehlkopfheilkunde,* 159, 364-370.
- MUDRY, A. 2008. History of myringoplasty and tympanoplasty type I. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 139, 613-4.
- NADOL, J. B. & MCKENNA, M. J. 2005. *Surgery of the Ear and Temporal Bone*, Lippincott Williams & Wilkins.
- OHORI, M., KATTAN, M. W., KOH, H., MARU, N., SLAWIN, K. M., SHARIAT, S., MURAMOTO, M., REUTER, V. E., WHEELER, T. M. & SCARDINO, P. T. 2004. Predicting the presence and side of extracapsular extension: a nomogram for staging prostate cancer. *The Journal of urology,* 171, 1844-1849.
- PLONTKE, S. K., GLIEN, A., KISSER, U., VIESTENZ, A. & HEICHEL, J. 2020. Erkrankungen und Chirurgie der Orbita. *Laryngo-Rhino-Otologie*, 99, 896-917.
- REIS, M. 2009. Facharztwissen HNO-Heilkunde Differenzierte Diagnostik und Therapie, Springer Berlin Heidelberg.
- RETTINGER, G. 2017. Grundlagen und allgemeine Maßnahmen. *In:* RETTINGER, G., HOSEMANN, W. G., HÜTTENBRINK, K.-B. & WERNER, J. A. (eds.) *HNO-Operationslehre.* 5., vollständig überarbeitete Auflage ed.: Georg Thieme Verlag.
- SALVIZ, M., BAYRAM, O., BAYRAM, A. A., BALIKCI, H. H., CHATZI, T., PALTURA, C. & OZKUL, M. H. 2015. Prognostic factors in type I tympanoplasty. *Auris Nasus Larynx*, 42, 20-23.
- SARKAR, S. 2013. A review on the history of tympanoplasty. 65. Available: http://dx.doi.org/10.1007/s12070-012-0534-5.
- SCHÜNKE, M.-. 2018. Kopf, Hals und Neuroanatomie 1801 Illustrationen, 123 Tabellen, Georg Thieme Verlag.
- STORRS, L. A. 1961. Myringoplasty with the Use of Fascia Grafts. *Archives of Otolaryngology*, 74, 45-49.
- SUERBAUM, S., BURCHARD, G. D., KAUFMANN, S. H. E. & SCHULZ, T. F. 2020. *Medizinische Mikrobiologie und Infektiologie*, Springer Berlin Heidelberg.
- TEAM, R. C. 2013. R: A language and environment for statistical computing. TILLMANN, B.-. 2017. Atlas der Anatomie des Menschen mit Muskeltabellen, Springer.
- URMERSBACH, S.-B. 2022. Durchsnittsalter der Bevölkerung in den EU-Ländern 2021.
- VON GLENN TISMAN, M. Das Anwenden von Nomogrammen zur Vorhersage des pathologischen Stadiums und des Behandlungsergebnisses bei Prostatakrebspatienten.
- VRABEC, J. T. 1999. Delayed facial palsy after tympanomastoid surgery. *Am J Otol*, 20, 26-30.
- WACKYM, P. A. & SNOW, J. B. 2016. Ballenger's Otorhinolaryngology: Head and Neck Surgery, People's Medical Publishing House-USA.

- WILKE, C. O., WICKHAM, H. & WILKE, M. C. O. 2019. Package 'cowplot'. Streamlined plot theme and plot annotations for 'ggplot2.
- WULLSTEIN, H. 1956. The restoration of the function of the middle ear, in chronic otitis media. *Ann Otol Rhinol Laryngol*, 65, 1021-41.
- WULLSTEIN, H. L. 1971. Development of tympanoplasty.
- ZILLES, K.-. 2010. Anatomie mit 121 Tabellen, Springer.
- ZOLLNER, F. 1955. The principles of plastic surgery of the sound-conducting apparatus. *J Laryngol Otol*, 69, 637-52.
- ZÖLLNER, F. 1951. Die bisherigen Ergebnisse der Schallsondenuntersuchungen. Archiv für Ohren-, Nasen- und Kehlkopfheilkunde, 159, 358-364.

# 9. Danksagung

Ich bedanke mich bei Dr. Dr. med. Karl L.M. Mauss für die umfassende Betreuung, zahlreiche Anregungen, die Unterstützung beim Fertigstellen dieser Arbeit und für die initiale Bereitstellung des Themas.

Für die tolle Betreuung und Beistand bei jeglicher Fragestellung danke ich Prof. Dr. med. Thomas Grundmann.

Meinen Eltern, meinem Ehemann und meinen Freunden danke ich aus tiefstem Herzen für ihre Motivation und ihre Unterstützung.

# 10. Lebenslauf

Entfällt aus datenschutzrechtlichen Gründen.

# 11. Eidesstattliche Erklärung

#### **Eidesstattliche Versicherung**

Ich versichere ausdrücklich, dass ich die Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und die aus den benutzten Werken wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen einzeln nach Ausgabe (Auflage und Jahr des Erscheinens), Band und Seite des benutzten Werkes kenntlich gemacht habe. Ferner versichere ich, dass ich die Dissertation bisher nicht einem Fachvertreter an einer anderen Hochschule zur Überprüfung vorgelegt oder mich anderweitig um Zulassung zur Promotion beworben habe.

Ich erkläre mich einverstanden, dass meine Dissertation vom Dekanat der Medizinischen Fakultät mit einer gängigen Software zur Erkennung von Plagiaten überprüft werden kann.

Unterschrift:
---------------