

Aus der Klinik und Poliklinik für Hals -Nasen- und Ohren-Heilkunde
der Medizinischen Fakultät Charité – Universitätsmedizin Berlin
Campus Benjamin Franklin

DISSERTATION

Funktionelles und audiologisches Ergebnis der
Tympanoplastik Typ I
mit Perichondrium und Muskelfaszie

zur Erlangung des akademischen Grades
Doktor medicinae (Dr. med.)

vorgelegt der
Medizinischen Fakultät der
Charité – Universitätsmedizin Berlin

von:
Jonas Harder
aus Berlin

Gutachter/in:

I. Priv.-Doz. Dr. med. A.Haisch

II. Prof. Dr. med. M. Bloching

III. Priv.-Doz. Dr. med. M. Bücheler

Datum der Promotion: 19.11.2010

Verzeichnis der Abkürzungen:

ABG Air Bone Gap

AOM akute Otitis media

HNO Hals-Nasen-Ohren

OMC Otitis media chronica

OP Operation

R Range (Spannweite)

SD Standard Deviation (Standardabweichung)

SOM Sekretorische Otitis media

Einheiten:

cm Zentimeter

mm Millimeter

Hz Hertz

dB Dezibel

INHALTSVERZEICHNIS

1	Einleitung und Zielsetzung	1
2	Grundlagen	2
2.1	Anatomie	2
2.1.1	Außenohr	2
2.1.2	Trommelfell	2
2.1.3	Mikroanatomie des Trommelfells	4
2.1.4	Mittelohr	5
2.1.5	Innenohr	6
2.2	Trommelfellperforationen: Genese und Heilung	7
2.2.1	Physiologische Defektheilung des Trommelfells	7
2.2.2	Entzündlich bedingte Trommelfellperforationen	8
2.2.3	Iatrogen verursachte Trommelfellperforationen	9
2.2.4	Traumatisch bedingte Trommelfellperforationen	10
2.2.5	Die chronische Trommelfellperforation	12
2.2.6	Histopathologie der OMC	13
2.3	Die Tympanoplastik Typ I	14
2.3.1	Geschichtliches	14
2.3.2	Transplantatmaterialien	15
2.3.3	Operationsmethode	15
3	Material und Methoden	19
3.1	Patientenkollektiv und Einschlusskriterien	19
3.2	Untersuchungsparameter	19
3.3	Audiologische Untersuchung	20
3.4	Statistische Methoden	22
4	Ergebnisse	23
4.1	Verschlussfolgerfolg	23
4.1.1	Positives Verschlussfolgerfolg	23
4.1.2	Negatives Verschlussfolgerfolg	24
4.2	Erfolgsraten der Operateure	26
4.3	Perforationsgenese	27
4.4	Präoperative Symptome	27
4.5	Perforationsgröße	28

4.6	Hörergebnisse	29
4.6.1	Änderung der Schallleitungsschwerhörigkeit.....	29
4.6.2	Postoperatives Hörvermögen: Darstellung in 10 dB Gruppen.....	30
4.6.3	Frequenzspezifische Auswertung.....	32
4.6.4	Mitteilung der Rohdaten.....	32
4.6.5	Hörergebnis der Patienten mit Rezidivperforation.....	34
5	Diskussion	35
5.1	Verschlussergebnis	35
5.2	Einfluss der Defektgröße auf den OP-Erfolg	38
5.3	Diskussion der Hörergebnisse	39
5.3.1	Diskussion und Literaturvergleich	39
5.3.2	Faszie versus Perichondrium.....	42
5.3.3	Hörergebnisauswertung: Schwierigkeiten und Überlegungen	44
5.4	Limitationen	44
6	Zusammenfassung	45
7	Literaturverzeichnis	47
	Ehrenwörtliche Erklärung	53
	Lebenslauf	54

1 Einleitung und Zielsetzung

Die chronische Trommelfellperforation ist ein im HNO-ärztlichen Alltag oft gesehenes und ein für die betroffenen Patienten äußerst unangenehmes Krankheitsbild dessen Prävalenz in der erwachsenen Bevölkerung mit 0,45% angegeben wird. Die operative Versorgung ist aufgrund der Symptomatik und nicht zuletzt wegen der drohenden Komplikationen wie Innenohraffektion und Cholesteatomentstehung wichtig.

Die Tympanoplastik Typ I nach Wullstein ist als reine Myringoplastik die einfachste Form der sanierenden Ohr-Operationen und dient dem operativen Verschluss von chronischen und traumatischen Trommelfellperforationen. Ziel der Operation ist es die Patienten dauerhaft von den zentralen Symptomen Otorrhoe, rezidivierende Otitiden und Hypakusis zu befreien. Es existieren verschiedene Operationstechniken, die unter anderem von Vorlieben und Erfahrungen des Operateurs abhängig sind. In der Literatur variieren die Angaben sowohl was Erfolgsraten als auch was das audiologische Ergebnis der Myringoplastik angeht. Es stellt sich die Frage nach Faktoren, die das strukturelle und funktionelle Ergebnis nach Wiederherstellung der normalen anatomischen Struktur beeinflussen. Nach erfolgreicher Operation weisen nach Literaturangaben zwischen 71% bis 97% der Patienten ein intaktes Trommelfell auf.

Bezüglich des postoperativen Hörvermögens im Reintonaudiogramm beschreiben einige Autoren eine deutliche Verbesserung während andere die Tympanoplastik Typ I nicht als gehörverbessernde Operation ansehen und anbieten.

Muskelfaszie, Perichondrium und Knorpel in unterschiedlichen Kombinationen und Techniken gelten als die am häufigsten verwendeten Transplantatmaterialien für den primären Trommelfellverschluss. Die eingehende Literaturrecherche ergab, dass in den Studien, die sich dem Ergebnis der Tympanoplastik Typ I widmen, nur in seltenen Fällen reines Perichondrium verwendet wurde. Perichondrium wurde vielmehr zumeist in Kombination oder mit anhaftendem Knorpeltransplantat für den Trommelfellverschluss genutzt.

Am Klinikum Benjamin Franklin wurde im Gegensatz zur Literatur, in welcher vor allem Knorpel und Faszie verwendet wurden, in den letzten Jahren fast ausschließlich die Myringoplastik mit Temporalisfaszie oder Perichondrium durchgeführt. Damit ergab sich die Möglichkeit die im Klinikum Steglitz erzielten Operationsergebnisse mit den Ergebnissen der Literatur zu vergleichen.

Ziele dieser Arbeit sind:

- Evaluation der Tympanoplastik Typ I hinsichtlich der postoperativen Hörverbesserung und des Verschluss Erfolges sowie Vergleich mit den in der Literatur vorherrschenden Zahlen
- Vergleich der Transplantatgewebe Perichondrium und Muskelfaszie

2 Grundlagen

2.1 Anatomie

Das periphere Hörorgan lässt sich anatomisch in das Außenohr (*Auris externa*), das Mittelohr (*Auris media*) und das Innenohr (*Auris interna*) unterteilen und dient als Schallempfangs- und umsetzungsapparat.

Da sich die vorliegende Arbeit mit operativen Rekonstruktionsmethoden im Bereich des Trommelfells beschäftigt, wird dieses hier besonders detailliert beschrieben.

2.1.1 Außenohr

Bestandteile des äußeren Ohres sind die Ohrmuschel (*Auricula*), der äußere Gehörgang (*Meatus acusticus externus*) und das Trommelfell (*Membrana tympani*). Die Ohrmuschel besteht aus Haut und Knorpel. Bis auf das Ohrläppchen wird das trichterförmige Knorpelgerüst (*Cartilago 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.

2.1.2 Trommelfell

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 tympanicus 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. 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. Durch die Trichterform entsteht bei Beleuchtung im Rahmen der Untersuchung im vorderen unteren Quadranten ein dreieckiger Lichtreflex.

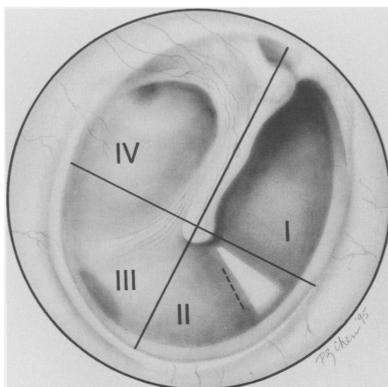


Abbildung 1 Quadranten des Trommelfells

Arteriell wird das Trommelfell von der Außenseite über die A. auricularis profunda und von der Innenseite über die A. tympanica anterior und A. stylomastoidea versorgt. Es bildet sich ein Randgeflecht im Bereich des Anulus fibrocartilagineus, wodurch ein relativer Blutmangel im mittleren Bereich der Membran entsteht (Gladstone, Jackler et al. 1995). Größere Äste im Bereich der Mitte verlaufen lediglich entlang des durchscheinenden Hammergriffs, der Stria mallearis.

Die Venen anastomosieren über Vv. perforantes zwischen Innen- und Aussenseite miteinander, der Abfluss erfolgt außen in die V. jugularis externa und innen in den Sinus transversus, die Vena menigea media in durale Venen und in den Bulbus venae jugularis. Die Lymphgefäße drainieren in die Nodi lymphatici parotidei und -jugulares interni und stehen mit Gefäßen des äußeren Gehörgangs in Verbindung. Nervale Innervation erhält das Trommelfell von außen über den N. auriculotemporalis und Äste des R. auricularis n. vagi, sowie über den N. facialis und N. glossopharyngeus. Von innen wird das Trommelfell über das Geflecht der Paukenhöhle (Plexus tympanicus) aus dem N. facialis und dem N. glossopharyngeus innerviert.

2.1.3 Mikroanatomie des Trommelfells

Histologisch besteht das Trommelfell aus drei Schichten: Die Hautschicht (Stratum cutaneum) ist die Fortsetzung der Haut des äußeren Gehörganges und setzt sich aus einem mehrschichtigen, schwach verhornenden Plattenepithel (Epidermis) und einer dünnen Lederhaut (Dermis) zusammen. Es findet keine Abschilferung sondern eine Migration der Hornzellen vom Zentrum der Membrana tympani in Richtung Anulus fibrosus statt. Das Plattenepithel liegt auf dem Fasergerüst des Trommelfells, Verzahnungen zwischen Dermis und Epidermis in Form von Dermispapillen sowie Hautanhangsgebilde fehlen. Dieses Fasergerüst heißt Lamina propria und ist die mittlere Trommelfellschicht, welche aus Kollagenfasernetzen besteht. Es existiert eine äußere Schicht deren Faserverlauf radiär und eine innere deren Faserverlauf zirkulär ist. Diese Fasern welche der Pars tensa ihre starke, rigide Struktur verleihen bestehen aus Kollagen Typ II, bilden auch den Anulus fibrosus und fixieren den Hammergriff (Manubrium mallei) am Trommelfell. In der Pars flaccida fehlt diese Lamina Propria, beziehungsweise ist sie durch lockeres Bindegewebe welches vorwiegend aus Typ I Kollagen besteht ersetzt (Stenfeldt, Johansson et al. 2006). Man spricht hier wegen der aus diesem Umstand resultierenden anderen Eigenschaften der Pars flaccida auch von einem Locus minoris resistentiae.

Von innen bedeckt das Trommelfell die Schleimhautschicht (Stratum mucosum) welche einer Fortsetzung des respiratorischen Epithels des Mittelohres entspricht. Dieses besteht aus einer Lage flacher bis kubischer Zellen ohne ausgeprägte Submukosa (Begall, Dorschner et al. 1998).

2.1.4 Mittelohr

Das Mittelohr umfasst die Paukenhöhle (Cavitas tympani) aber auch die etwa 3,5cm lange Eustachi-Röhre (Tuba auditiva), die die Paukenhöhle mit dem Nasopharynx verbindet, und die Verbindungen der Paukenhöhle zu den Cellulae mastoideae (Antrum mastoideum). Die Paukenhöhle gliedert sich grob in Epitympanon (Attikus), Mesotympanon und Hypotympanon und ist ein Raum in dem sechs Wände beschrieben werden. Der Boden (Paries jugularis) ist grubenförmig und grenzt die Paukenhöhle vom Bulbus venae jugularis ab, das Dach (Tegmen tympani) besteht nur aus einer dünnen Knochenlamelle, die die Paukenhöhle von der mittleren Schädelgrube trennt. Die laterale Begrenzung bildet das Trommelfell, hinter der medialen Wand (Paries labyrinthicus) befindet sich das Innenohr. Mittig an dieser medialen Wand wird eine Vorwölbung (Promontorium) beschrieben oberhalb von welcher man das ovale Fenster (Fenestra vestibuli) und unterhalb von welcher man das runde Fenster (Fenestra cochleae) findet. Das ovale Fenster ist von der Fußplatte des Steigbügels (Stapes) ausgefüllt und führt zur Scala vestibuli wohingegen das runde Fenster von der Membrana tympanica secundaria verschlossen wird deren Funktion die Begrenzung zur Scala tympani ist. Oberhalb der Fenestra vestibuli findet man die Prominentia canalis facialis, ein knöcherner Vorsprung in welchem der Nervus facialis verläuft.

In der Hinterwand (Paries Mastoideus) befindet sich eine Verbindung der Paukenhöhle zu den Cellulae mastoideae (Antrum mastoideum) und der Ursprung der Sehne des Musculus stapedius. Der Canalis caroticus bildet die Vorderwand (Paries caroticus) der Cavitas tympani wo man auch hypotympanal das Ostium tympanicum tubae auditivae findet. Die sogenannte Paukensaite (Chorda tympani) ist ein Teil des nichtmotorischen Anteils des N. facialis und liegt dem Trommelfell von medial zwischen Pars tensa und Pars flaccida an. Nachdem sie einen Teil der Strecke unter der Schleimhaut verläuft verlässt sie das Mittelohr durch die Glaser Spalte (Fissura petrotympanica). Sie führt parasymphatische Geschmacksfasern.

Die drei in der Paukenhöhle befindlichen Gehörknöchelchen Hammer (Malleus), Amboss (Incus) und Steigbügel (Stapes) bilden zusammen mit dem äußeren Gehörgang und dem Trommelfell den Schalleitungsapparat zur Übertragung der Schallschwingungen auf die Schnecke. Sie sind vollständig mit Schleimhaut überzogen. Lateral befindet sich der über sein Manubrium fest mit dem Trommelfell verbundene Hammer, der über ein sattelförmiges Gelenk (Articulatio incudomallearis) mit dem Amboss in Verbindung steht. Dieser wiederum besitzt über seinen langen Schenkel Anschluss zum Steigbügel (Articulatio incudostapedialis) welcher durch das Ligamentum annulare stapediale in das ovale Fenster eingehängt ist.

Mehrere Bänder und zwei Muskeln halten die Gehörknöchelchen in Position. Die beiden Muskeln haben auch die Aufgabe die Intensität der Schallweiterleitung zu beeinflussen. Der M. stapedius, innerviert vom N. facialis, setzt am Caput stapedialis des Stapes an und verkippt bei Kontraktion die Stapesfußplatte im ovalen Fenster. Der M. tensor tympani zieht seinen Ansatz, das Manubrium mallei mitsamt dem Trommelfell nach medial, versteift damit die Gehörknöchelchenkette und drückt die Steigbügel Fußplatte stärker in das ovale Fenster, was die Schalleitungseigenschaften des Systems insgesamt vermindert. Er wird innerviert vom N. pterigoideus medialis und sorgt in Zusammenspiel mit dem M. stapedius für eine Abschwächung von Schällen über 85 dB um 5-8 dB.

2.1.5 Innenohr

Das Innenohr ist die mittlere Station in der Kette der Signaltransduktion, die das Hören ermöglicht. Es ist eingeschlossen in die Pars Petrosa des Os temporale und beinhaltet sowohl die Sinneszellen des Hörorgans als auch das Gleichgewichtsorgan. 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.

Die für die Hörwahrnehmung verantwortliche Schnecke besteht aus zweieinhalb Windungen und beinhaltet einen oberen Kanal (Scala vestibuli), der vom ovalen Fenster ausgeht und vom mittleren Kanal (Scala media) durch die Reissnersche Membran getrennt ist, und einen unteren Kanal (Scala tympani) der von der Scala media durch die Basilarmembran getrennt wird. Scala vestibuli und Scala tympani enthalten die der extrazellulären Flüssigkeit ähnliche, natriumreiche Perilymphe, die Scala media kaliumreiche, positiv geladene Endolymphe. Hier befindet sich der Basilarmembran aufsitzend das Corti Organ mit inneren und äußeren Haarzellen, von denen die inneren in der Lage sind die durch Schalldruck entstehende Wanderwelle in elektrische Nervenimpulse umzuwandeln. Diese verlassen über den N. vestibulocochlearis in Richtung Hörrinde das Innenohr. Der N. vestibulocochlearis verläuft wie der N. facialis durch den

Meatus acusticus internus welcher als Porus acusticus internus in der hinteren Schädelgrube endet.

2.2 Trommelfellperforationen: Genese und Heilung

2.2.1 Physiologische Defektheilung des Trommelfells

Nach traumatisch oder entzündlich bedingter, akuter Perforation des Trommelfells heilt der größte Teil dieser Perforationen spontan, ohne bleibenden Substanzdefekt ab (Fagan and Patel 2002). Um zu verstehen wie es zu einer bleibenden Perforation kommen kann muss man zunächst den physiologischen Mechanismus der Wundheilung am Trommelfell betrachten.



Abbildung 2 Trommelfellperforation

Nach Entstehung des Defektes kommt es zu einer Inflammation mit Ausschüttung von Zytokinen und Wachstumsfaktoren, die eine Migration von Zellen wie Leukozyten und Fibroblasten sowie Kapillarendothelien in den Defektrand bewirkt. Anfänglich bildet sich eine Keratinschicht zwischen den Defekträndern, die kurz darauf vom Epithel des äußeren Trommelfells in Richtung seiner normalen Migration überwachsen wird (Makino, Amatsu et al. 1990). Erst danach erfolgt entlang des Epithels die Regeneration der Lamina propria, deren Faserstruktur sich im Defektbereich zunächst noch als ungeordnet und verdickt darstellt, sich nach circa drei Monaten jedoch wieder im Normalzustand befindet (Arnold 1999). Der Heilungsprozess der Bindegewebsschicht liegt also zeitlich immer etwas hinter dem des Epithels welches initial den Defekt schließt. Dieser einzigartige Heilungsmechanismus wurde sowohl im Tierexperiment, als auch beim Menschen beobachtet und stellt einen Unterschied zu

Heilungsprozessen sonstiger dermalen Substanzdefekte im menschlichen Körper dar (McIntire and Benitez 1970; Boedts and Ars 1977; Stenfors, Carlsoo et al. 1980). Die Schleimhaut der medialen Seite des Trommelfells spielt für die Defektheilung eine untergeordnete Rolle (Begall, Dorschner et al. 1998). Abhängig von der Größe des Primärdefektes dauert die physiologische Heilung bis zum Kompletverschluss zwischen 2 und 8 Wochen (Boedts and Ars 1977; Makino, Amatsu et al. 1990).

2.2.2 Entzündlich bedingte Trommelfellperforationen

Man sollte gerade im Rahmen dieser Arbeit nicht vergessen, dass die Perforation des Trommelfells bei Mittelohrerkrankungen meist ein zunächst erwünschter, für die Krankheit förderlicher Vorgang ist, wie zum Beispiel auch im Rahmen der akuten Otitis media und Tubenmittelohrkatarrh zur Sekret drainage und Belüftung des Mittelohres. Die akute Otitis media (AOM) ist eine akute Entzündung der pneumatisierten Räume des Schläfenbeines und kann Paukenhöhle, Zellen des Mastoids und Ohrtrompete betreffen (Albegger and Oberascher 1992). Keime ascendieren bei negativem Druck, zumeist infolge einer Tubenfunktionsstörung, aus dem Nasopharynx in das Mittelohr. Eine hyperplastische Tonsilla pharyngea und adenoide Vegetationen, aber natürlich auch die reflektorische Schleimhautschwellung bei Infekten des Respirationstraktes, sind zumeist der Auslöser dieser Tubendysfunktion (Buchman, Swarts et al. 1995; Bluestone 1998). Der negative Druck im Mittelohr entsteht wenn die dort befindliche Luft vom Blut resorbiert wird und nicht durch die Tube nachströmen kann. Bei den bakteriellen Erregern der Otitis media handelt es sich am häufigsten um *Streptococcus pneumoniae*, *Haemophilus influenzae* und *Moraxella catarrhalis* (Balter and Dowell 2000; Pichichero, Casey et al. 2008), seltener auch um Rhinoviren, das Respiratory Syncytial Virus (RS-Virus), Parainfluenza- und Adenoviren (Vesa, Kleemola et al. 2001). Nicht nur eine verschlossene, auch eine zu weite oder zu kurze Ohrtrompete, wie sie in bestimmten Bevölkerungsgruppen auftritt, kann die Erregerausbreitung ins Mittelohr begünstigen und zur Otitis media führen (Bluestone 2005). Die Übergänge und klinischen Erscheinungen der Mittelohrerkrankungen sind oft fließend, so unterscheiden sich zum Beispiel die sekretorische Otitis media (SOM) und die AOM darin, dass bei der SOM keine Zeichen der akuten Entzündung vorliegen, sondern nur ein Mittelohrerguss besteht, wohingegen die AOM zusätzlich mit starken Ohrenscherzen und Fieber einhergeht. Die AOM ist die häufigste Indikation für die Verordnung von Antibiotika im Säuglings- und Kleinkindesalter. Nach drei Lebensjahren haben über 80 Prozent aller Kinder

bereits mindestens einmal an der Erkrankung gelitten (Teele, Klein et al. 1989; Probst 2004). Die SOM hingegen ist der Hauptauslöser für kindliche Hörstörungen und kann als Komplikation chronifizieren oder in eine AOM übergehen. Die AOM wird bei Diagnose in der Regel sofort antibiotisch, mit Schmerzmitteln (zumeist NSAID) und mit abschwellenden Nasentropfen und Mukolytika behandelt, denn die Erkrankung kann bei scheinbarer Harmlosigkeit auch in einer Mastoiditis, Sinusvenenthrombose, Cholesteatom sowie Enzephalitis, subduralen Abszessen und auch einer chronisch persistierenden Trommelfellperforation münden. Treten drei oder mehr akute Mittelohrentzündungen in sechs Monaten auf so spricht man von rezidivierender Otitis media, was bei etwa 10% der erkrankten Kinder der Fall ist.

Kommt es zur Spontanperforation des Trommelfells, so geschieht dies in der Regel nicht zu Beginn sondern in einem fortgeschrittenen Stadium der Erkrankung (Helwig 2000). Der fokale Druck des Mittelohrergusses auf das Trommelfell führt unter dem Einfluss proteolytischer Enzyme von Granulozyten und bakterieller Toxine zu einer meist im zentralen, hypovaskulären Bereich der Pars tensa befindlichen Perforation, welche eine Drainage des Ergusses gewährleistet und sich bei unkomplizierter AOM nach wenigen Tagen so spontan verschließt wie sie auftritt (Boedts and Ars 1977; Gladstone, Jackler et al. 1995). Auch eine Otitis externa, Mykosen, Tuberkulose und Viruserkrankungen wie Zoster oticus und Masernotitis können zu Myringitis mit entzündlich bedingter Ruptur des Trommelfells führen (Probst 2004). Auf die Entwicklung und Histopathologie bei Chronifizierung entzündlich bedingter Perforationen wird später genauer eingegangen.

2.2.3 Iatrogen verursachte Trommelfellperforationen

Ein länger als drei Monate anhaltender Paukenerguss mit Schalleitungsstörung, der nicht auf konservative Therapien anspricht sollte chirurgisch in Form einer Parazentese, Paukendrainage und gegebenenfalls einer Adenotomie behandelt werden (Spremo, Markic et al. 1998). Dies stellt die Ventilation des Mittelohres und eine sofortige Verbesserung des Hörvermögens sicher, was in Hinblick auf eine bei Kindern drohende Sprachentwicklungsverzögerung wichtig ist. Durch die oftmals zeitgleich durchgeführte Adenotomie und Tonsillektomie wird die Tubenfunktion verbessert und die Keimreservoir des Nasopharynx verringert (Gates, Avery et al. 1989; Bluestone 1998). Diese Eingriffe werden typischerweise im Kindesalter durchgeführt, da das Erkrankungsrisiko durch das Wachstum des Schädels, Verkleinerung der Rachenmandel und Reifung des Immunsystems im Laufe der Jahre abnimmt.

Der Parazenteschnitt erfolgt meist im vorderen, unteren Quadranten und ermöglicht das Absaugen des Sekretes aus dem Mittelohr, welches dann mikrobiologischer Feindiagnostik unterzogen werden kann. Er verschließt sich für gewöhnlich innerhalb von 48 Stunden. Je nach Beschaffenheit des Sekretes und Krankheitsverlauf wird zur längerfristigen Paukendrainage ein Titan-, Kunststoff- oder Goldröhrchen eingelegt, welches nach einiger Zeit durch Migrationsbewegung des Epithels in den Gehörgang abgestoßen oder wieder entnommen wird. Während die Schalleitung durch ein liegendes Röhrchen meist nicht wesentlich beeinträchtigt wird stellen eine Keimverschleppung und das Eindringen von Wasser aus dem äußeren Gehörgang in die Paukenhöhle sowie eine Dislokation des Röhrchens nach medial oder die Entwicklung von atrophischen Narben und Cholesteatomen vermeidungsbedürftige Komplikationen dieser Therapie dar (Gates, Avery et al. 1989; Salata and Derkay 1996; Vlastarakos, Nikolopoulos et al. 2007). Das Risiko nach Abstoßung oder Entnahme des Röhrchens eine persistierende Trommelfellperforation zu entwickeln ist abhängig von der Liegedauer und der Art des Röhrchens und wird in der Literatur mit 2,7% bis 11% angegeben (Iwaki, Saito et al. 1998; Golz, Netzer et al. 1999; Lentsch, Goudy et al. 2000; Adkins and Friedman 2005; Zielnik-Jurkiewicz, Olszewska-Sosinska et al. 2006; Knutsson and von Unge 2008), in einzelnen Fällen für T-Tubes sogar bis 24% (Strachan, Hope et al. 1996).

Iatrogene Trommelfellperforationen können natürlich auch im Rahmen von Gehörgangsspülungen mit zu hartem Wasserstrahl, infolge von Bestrahlung oder bei sonstigen Manipulationen im Gehörgang entstehen, was jedoch im Rahmen dieser Arbeit in den Bereich der traumatischen Trommelfellperforation eingegliedert wird.

2.2.4 Traumatisch bedingte Trommelfellperforationen

Bei den traumatisch bedingten Trommelfellperforationen unterscheidet man zwischen direkter und indirekter Gewalteinwirkung. Am populärsten ist wohl die Selbstverletzung im Rahmen der als unerlaubt geltenden Ohrreinigung mittels Wattestäbchen. Dieses funktioniert natürlich auch mit anderen langen, dünnen Gegenständen und durch andere direkte Traumata wie beispielsweise die Schweißperlenverletzung und auch die Verätzung mit Säuren (Probst 2004). Perforationen, die unter Hitze einwirkung entstehen, wie die Schweißperlenverletzungen, heilen durch Koagulation von Blutgefäßen am Defektrand schlechter und haben eine starke Chronifizierungstendenz (Mertens, Bubmann et al. 1991). Direkte Verletzungen des

Trommelfells gehen auch häufig mit einer Mitverletzung von Gehörgang, Innenohr und Strukturen des Mittelohres einher.

Indirekte Verletzungen, bei denen nicht direkt am Trommelfell manipuliert wird, entstehen im Rahmen eines Explosionstraumas, Barotraumas oder bei Felsenbeinfrakturen. Ein Knalltrauma mit einem Lautstärkepegel über 140dB wird dann Explosionstrauma genannt wenn es eine Trommelfellperforation verursacht (Probst 2004). Meist kommt es zu Schalleitungs- und Schallempfindungsstörung und Tinnitus und zu einer posttraumatischen Persistenz der Schallempfindungsschwerhörigkeit im Hochtonbereich (Nageris, Attias et al. 2008). Auch bei Schlägen auf das Ohr kann es durch die kurze und heftige Druckerhöhung im Gehörgang zu Rupturen kommen.

Ein Barotrauma entsteht bei einer starken Änderung des Umgebungsdrucks in Verbindung mit einer Dysfunktion der Tuba eustachii, und tritt zumeist bei schnellem Sinken und Steigen wie bei Tauchgängen oder im Flugzeug auf (Mirza and Richardson 2005). Zunächst entsteht eine Rötung des Trommelfells oder durch Unterdruck im Mittelohr ein blutig-seröser Paukenerguss. Bei zu großem Unterdruck oder bei vorgeschädigtem Trommelfell kann es dann sowohl zur Ruptur des Trommelfells als auch der Membran des runden Fensters kommen. Auch bei der hyperbaren Oxigenierung stellt das Barotrauma eine oft gesehene Komplikation dar (Plafki, Peters et al. 2000). Trommelfellrupturen in Verbindung mit einer Felsenbeinlängsfraktur befinden sich meist im hinteren, oberen Quadranten und gehen oft mit einer Luxation der Gehörknöchelchen und anderen Verletzungen in Mittelohr und Gehörgang einher (Probst 2004).

Sowohl direkte als auch indirekte frische Perforationen können in Lokalanästhesie mit einem Silikonstreifen oder Ähnlichem geschient und mit einer oralen Antibiose behandelt werden um die Entstehung einer Entzündung vorzubeugen. Direkte traumatische Perforationen imponieren meist dreiecks- oder schlitzförmig und werden schmerzhafter als indirekte wahrgenommen.

Betrachtet man alle traumatischen Trommelfellperforationen so heilen laut Literatur, unter anderem in Abhängigkeit von Perforationsgröße und Patientenalter, zwischen 80% und 90% ohne Intervention spontan und mit guten audiologischen Ergebnissen ab (Kristensen 1992; Grant, Arganbright et al. 2008). Bestimmte traumatische Perforationen, wie zum Beispiel Barotraumata bei Tauchen mit Eindringen von Wasser in die Paukenhöhle oder die oben beschriebene Schweißperlenverletzung, haben eine besonders niedrige Spontanheilungstendenz (Fagan and Patel 2002).

2.2.5 Die chronische Trommelfellperforation

Nachdem nun die verschiedenen Ursachen für akute Trommelfellperforationen erläutert wurden gilt es nun zu verstehen welche Faktoren den natürlichen Heilungsprozess stören und zur Chronifizierung führen. Die Prävalenz der chronischen Otitis media beträgt laut Studien in der erwachsenen Bevölkerung 0,45% und ist in niedrigen sozioökonomischen Schichten höher (Lasizi, Olaniyan et al. 2007; Kaftan, Noack et al. 2008). Faktoren die laut Studien prädisponierend wirken sind kurze Stillzeit, Rauchen und Passivrauchen, schlechte Ernährung und schlechte Hygiene (Bluestone 1998; Castagno and Lavinsky 2002).

Auch wenn keine akuten Entzündungszeichen der Mittelohrschleimhaut vorliegen wird bei einer länger als 3 Monate bestehenden, mesotympanal gelegenden Perforation der Pars tensa des Trommelfells in der Literatur oberbegrifflich von einer Otitis media chronica (OMC) gesprochen (Strutz 2001; Probst 2004). Bei vielen Autoren und Studien wird zwischen trockenen, inaktiven und feuchten, bzw. eitrigen, aktiven Perforationen unterschieden (Webb and Chang 2008). Die OMC kann also als dauerhafte chronische Schleimhauteiterung, als phasenweise exazerbierende Mittelohrentzündung und in Form einer inaktiven, trockenen Perforation in Erscheinung treten. Pathogenetisch gibt es für entzündlich, iatrogen und traumatisch entstandene Trommelfellperforationen jeweils unterschiedliche Faktoren die den Übergang in eine OMC begünstigen, jedoch auch übergeordnete ätiologisch bedeutsame Faktoren die den Heilungsprozess stören. Einer der wichtigsten ist wohl eine Dysfunktion der Tuba eustachii, welche indirekt durch ein chronisch entzündlich vorgeschädigtes Mittelohr zu schlechter heilenden Perforationen jedweder Genese führt. Auch die Heilung nach operativem Verschluss des Trommelfells ist bei vorbestehender Tubendysfunktion schlechter (Holmquist and Lindeman 1987). Patienten mit Fehlbildungen wie Gaumenspalten, Tumoren im Kopf-Halsbereich, gastroösophagealem Reflux oder allergischer Rhinitis können, ebenfalls über eine resultierende Funktionsbeeinträchtigung der Tube, ein erhöhtes Risiko für Otitiden und anschließend persistierende Perforationen haben (Sente, Sente et al. 2001; Grimmer and Poe 2005; Gudziol and Mann 2006). Ebenfalls prognostisch wichtig sind der Grad der Pneumatisation des Mastoids (Sui, Li et al. 1996) und die Art der an der Entzündung beteiligten Erreger, welche bei eventuell erforderlicher Antibiotikatherapie eines Schubes der OMC immer bestimmt werden sollten. Ohrenschutz und Hygiene sind bei bestehender OMC entscheidend, da jede Form der Infektion die Reparaturmechanismen stört. Wasser und Erreger aus dem äußeren Gehörgang können bei bestehender Perforation oder liegendem Paukenröhrchen in die Paukenhöhle gelangen und rezidivierende Infektionen auslösen.

Die Ausprägung der die OMC begleitenden Schallleitungsschwerhörigkeit ist abhängig von der Mitbeteiligung anderer Strukturen des Mittelohres und dem Aktivitätsgrad der Entzündung. Meist besteht eine intermittierende Otorrhoe.

2.2.6 Histopathologie der OMC

Bei OMC besteht eine chronische Entzündung von Schleimhaut und dem subepithelialen Bindegewebe des Mittelohres, weshalb nicht nur eine Metaplasie zu einem sezernierenden respiratorischen Epithel, sondern auch trophische Störungen der Ossikel und natürlich des Trommelfells entstehen können. Die oft rezidivierenden akuten Episoden führen auf Dauer zur Schleimhautfibrose, Atrophie und Kalkablagerungen, was das otoskopische Bild der OMC prägt. Die sklerotische und in ihrer Kollagenzusammensetzung veränderte Lamina propria ist verdickt und durch ungeordnete Faserstruktur und Zusammenballung von Fibroblasten in ihrer Widerstandsfähigkeit eingeschränkt (Spandow, Hellstrom et al. 1996; Stenfeldt, Johansson et al. 2006). Betrachtet man die chronische, meist in der Pars tensa liegende, Trommelfellperforation auf mikroskopischer Ebene so ist die wichtigste ihr zu Grunde liegende Pathologie eine Überwucherung des Defektrandes mit Plattenepithel, welches nun direkten Kontakt zur Mukosa der Trommelfellinnenseite besitzt. Hierdurch wird eine Regeneration der physiologisch dem Epithelwachstum folgenden Lamina propria unmöglich und ein bleibender Defekt entsteht (Spandow, Hellstrom et al. 1996; Begall, Dorschner et al. 1998). Die Lage dieser mukokutanen Verbindung bestimmt laut Studien unter anderem auch die Erfolgsrate der Tympanoplastik Typ I (Begall, Dorschner et al. 1998). Sie kann sehr weit auf der Innenseite, direkt am Defektrand und seltener auf der Außenseite des Trommelfells liegen.

Am Defektrand herrscht histologisch ein chronisch-inflammatorisches Zellbild mit Granulozyten, Plasmazellen und Lymphozyten und in der Mukosa treten viele sekretorische Zellen mit reichlich Zilien auf.

Bei persistierenden Perforationen nach Paukendrainage wurde teilweise eine veränderte Migrationsrichtung des Epithels vom Perforationsrand weg beobachtet (Gladstone, Jackler et al. 1995). Ein Ziel im Rahmen der chirurgischen Intervention sollte also sein die mukokutane Verbindung der Trommelfellinnen- und -außenseite zu durchbrechen, die normale Migrationsrichtung des Epithels wiederherzustellen und somit eine Regeneration der Bindegewebsschicht zu ermöglichen.

2.3 Die Tympanoplastik Typ I

2.3.1 Geschichtliches

Der Begriff der Myringoplastik wurde 1878 von Berthold geprägt, der als Erster versuchte Trommelfellperforationen mit autologem Material oder Schalenhaut eines Eis zu decken. Vorangegangen waren erste Versuche von Toynbee und Politzer bei denen im Sinne der Hörverbesserung die Perforation nur mit Watte oder mit einer täglich erneut einzulegenden Kautschukmembran gedeckt wurden. Der Fantasie war auch in den folgenden Jahrzehnten keine Grenze gesetzt, die Bemühungen standen jedoch nach 1878 stets unter dem Konsens dem Trommelfell mit einem Ersatzmaterial Hilfe zur Selbsthilfe zu geben und einen dauerhaften Verschluss zu erzielen. Erst etwa 50 Jahre später wurde unter anderem durch die Verfügbarkeit der Antibiotikatherapie eine ausheilende Rekonstruktion des Trommelfells das erste Mal möglich. Bei fortgeschrittenem Stand der Mittelohrchirurgie ordnete Wullstein um 1955 die Myringoplastik in den Kontext anderer tympanoplastischer Operationen ein, welche er in fünf Typen einteilte (siehe Tabelle 2.1).

I	Myringoplastik (nur Trommelfellverschluss)
II	Rekonstruktion der Ossikelkette in ihrer physiologischen Form
IIIa	Auflegen des Transplantates direkt auf den Kopf des Steigbügels (Stapedomyringopexie)
IIIb	Stapedomyringopexie mit Stapesüberhöhung unter Verwendung eines Ersatzmaterials (Teilprothese, Partialprothese, partial ossicular replacement prothesis (PORP))
IIIc	Stapedomyringopexie mit Kolumellisation unter Verwendung eines Ersatzmaterials (Kolumella, Totalprothese, Total Ossicular Replacement Prothesis (TORP))
IV	Direkte Schallübertragung zum ovalen oder runden Fenster (flache Pauke)
V	Fensterung des lateralen Bogenganges zur Schallübertragung

Tabelle 2.1 Tympanoplastiktypen (Wullstein 1955)

Die Tympanoplastik vom Typ I kommt also nur dann zur Anwendung wenn eine isolierte Trommelfellperforation besteht und der restliche Schalleitungsapparat frei von Pathologien ist.

2.3.2 Transplantatmaterialien

Nach Verwendung einer Vielzahl von Materialien und Geweben unterschiedlichsten Ursprungs haben sich autologe Faszie des Musculus temporalis sowie Knorpel und Perichondrium wegen ihrer guten Verfügbarkeit und Struktur als funktionierende und häufig benutzte Transplantatmaterialien für die Tympanoplastik herausgestellt (Sheehy and Glasscock 1967). Es gibt jedoch auch andere gebräuchliche Materialien und Methoden der Transplantataufbereitung, für die teils Indikationen bestehen, die aber auch aufgrund persönlicher Vorlieben und Überzeugungen des Operateurs benutzt werden.

So wird zum Beispiel von Tragus oder Concha gewonnener Knorpel nach Milewski (Milewski, Giannakopoulos et al. 1996) als so genanntes Perichondrium-Knorpelinsel-Transplantat oder nach Heermann (Heermann 1978) in Pallisadentechnik genutzt. Knorpel zeigt sich aufgrund seiner rigideren Struktur als gut geeignet um einer postoperativen Retraktion zu widerstehen und vermag als bradytrophes Gewebe auch bei langen Heilungsverläufen seine Vitalität zu bewahren. Dieses erweist sich in bestimmten Fällen wie Adhäsivprozessen, Revisionseingriffen mit Tubenbelüftungsstörung oder Retraktionstaschen als vorteilhaft.

Venenwand-, Periost-, Dura-, Perikard-, Fettgewebe-, Xeno-, und Allotransplantate wurden mit teilweise guten Erfolgsergebnissen eingesetzt, sind jedoch aufgrund der guten Verfügbarkeit von Perichondrium, Faszia temporalis und Knorpel bisher nur im Rahmen von Studien oder bei sehr speziellen Indikationen relevant und werden im Klinikalltag für gewöhnlich selten eingesetzt.

Eine interessante Methode zum Verschluss kleiner Trommelfelldefekte in Lokalanästhesie wurde 2008 von Strasser mit autologer Nasenschleimhaut durchgeführt (Strasser and Schratzenstaller 2008). Forschungsgegenstand ist augenblicklich unter anderem der Einfluss von Fibrinogen und Wachstumsfaktoren auf die Defektheilung.

2.3.3 Operationsmethode

Die Tympanoplastik Typ I ist ein Eingriff, der ein hohes Maß an Erfahrung und Kreativität von Seiten des Operateurs verlangt und damit bezüglich der genauen Operationstechnik einer ausgeprägten Variabilität unterliegt. Daten, die in dieser Arbeit verglichen werden, stammen von unterschiedlichen Operateuren, jedoch wurden als Transplantatmaterialien ausschließlich entweder Temporalisfaszie oder reines Perichondrium verwendet und das Transplantat immer in Underlay-Technik platziert.

Im Folgenden soll die am Klinikum Benjamin Franklin gebräuchliche Operationsmethode erläutert werden.

Unter Berücksichtigung der präoperativ ausgemachten Lage und Größe des Defekts und der anatomischen Verhältnisse wird der Zugangsweg zum Mittelohr gewählt. Beim enauralen Zugang erfolgt nach Infiltration von Lokalanästhetikum die Inzision zwischen Tragus und Crus helices (Heermannschnitt Typ C), worüber später auch die Entnahme von Tragusperichondrium ermöglicht wird (Abbildung 3). Es folgt ein daran anschließender Rundschnitt etwas medial des Überganges vom knorpeligen zum knöchernen Gehörgang. Kleine zentrale und hinten gelegene Trommelfelldefekte können durch diesen Zugang zumeist gut erreicht werden. Der retroaurikuläre Zugang ermöglicht hingegen insgesamt eine bessere Übersicht und ist vor allem bei großen und weit anterior sowie oben gelegenen Defekten hilfreich. Hierbei erfolgt in variablem Abstand zur retroaurikulären Umschlagfalte eine Inzision bis auf das Periost und nach Präparation und Eröffnung des Gehörganges von dorsal das Umschlagen der Ohrmuschel nach anterior (Abbildung 3).

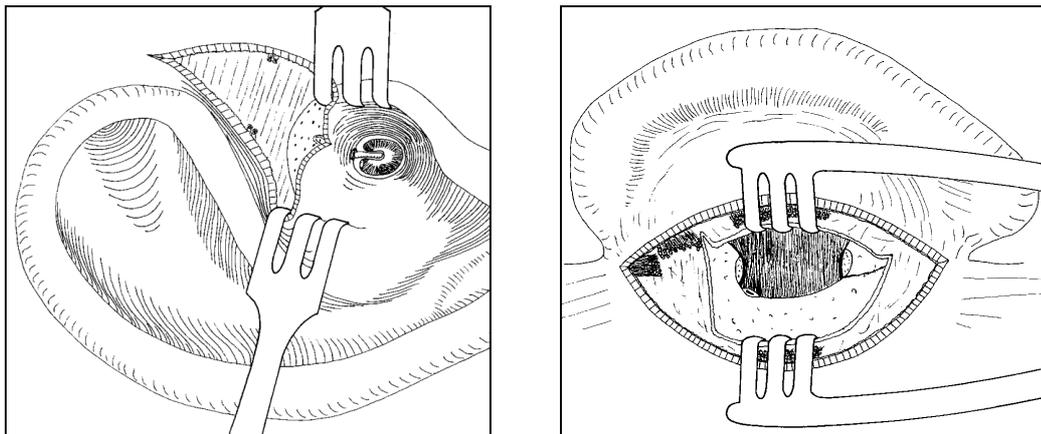


Abbildung 3 Zugangswege: links enaural, rechts retroaurikulär

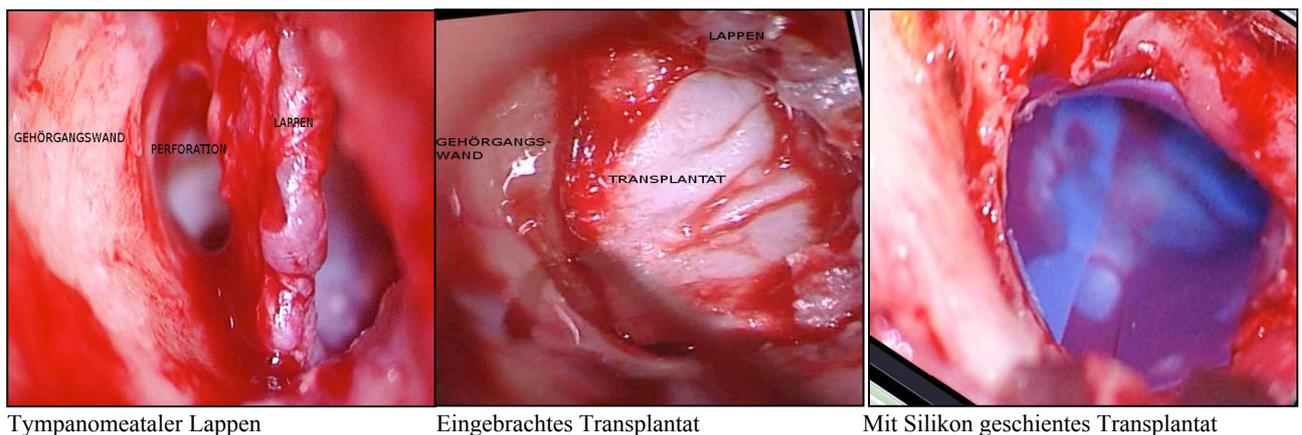
(aus: Tos, *Manual of Middle Ear Surgery*, Thieme 1997)

Im Rahmen der retroaurikulären Inzision kann komfortabel Faszie vom M. temporalis und Perichondrium der dorsalen Concha entnommen werden, welches aufgearbeitet und beiseite gelegt wird. Das Perichondrium wird bei Gewinnung von der Concha zunächst in der erforderlichen Größe inzidiert und anschließend mithilfe eines Raspatoriums oder mit der Schere stumpf abgeschoben. Bei der Gewinnung des Perichondriums vom Tragus erfolgt zunächst die Entnahme eines Knorpelstückes und anschließend die Abpräparation in gleicher Weise wie von der Concha.



Abbildung 4 Präparation des Perichondriums von Tragusknorpel

Nach Präparation und Eröffnung des Gehörganges beginnt nach dem Einsetzen eines Wundspreizers zum Offenhalten der Inzision der mikroskopisch assistierte Teil der Operation, welcher von enaural und von retroaurikulär auf annähernd gleiche Art durchgeführt wird. Zunächst erfolgt im Abstand von ca. 1 mm zur Perforation eine vollständige Exzision des Perforationsrandes zur Anfrischung und Trennung der mukoepithelialen Verbindung. Anschließend können zur Vorbeugung einer postoperativen Cholesteatomstehung die Epithelien beider Trommelfellseiten um den Perforationsrand herum noch etwas weiter abgetragen werden, um ein Zurückbleiben von Epithelresten aus dem Gehörgang im Mittelohr zu vermeiden. Die Lamina Propria sollte hierbei erhalten bleiben, um die Perforation nicht unnötig zu vergrößern.



Tympanomeataler Lappen

Eingebrachtes Transplantat

Mit Silikon geschichtetes Transplantat

Abbildung 5 Platzieren des Transplantates

Im Anschluss daran erfolgt die Bildung des tympanomeatalen Lappens. Hierfür wird in Abhängigkeit von Defektgröße und Lokalisation eine U-förmige Inzision des Gehörganges medial des Zugangs vorgenommen und die Gehörgangshaut unter Mitbeinbeziehung des Anulus

fribröcartilagineus vom knöchernen Limbus abpräpariert. Dies ermöglicht nun ein nach vorne Schlagen des Lappens inklusive der die Perforation tragenden Trommelfellanteile (Abbildung 5) und damit eine Sicht auf die Strukturen des Mittelohres.

Die Chorda tympani muss bei diesen Arbeitsschritten unbedingt dargestellt und geschont werden. Bei schlechter Sicht auf den Situs, zum Beispiel durch knöcherne Vorsprünge des Gehörganges, können diese mit Hilfe des House-Löffels oder eines Diamantbohrers abgetragen werden. Es kann nun auch mit dem Wechseldruckphänomen die Kette auf ihre Beweglichkeit überprüft und gegebenenfalls von Granulationsgewebe befreit werden. Ebenso wird oft bei vorher bestehendem Verdacht auf eine Tubenfunktionsstörung die Tube durch Sondierung auf ihre Durchlässigkeit überprüft.

Das entnommene Transplantat wird nun in das Mittelohr medial der Trommelfellebene eingebracht (Abbildung 5) und kann auf unterschiedliche Art und Weise platziert und fixiert werden. Bei der Zip-Technik wird ein Zipfel des zu unterfütternden Gewebes durch eine oder mehrere kleine Inzisionen im Resttrommelfell von innen nach außen gezogen. Auch ist es möglich das Transplantat weit unter den ausgelösten Anulus fibrosus zu schieben und bei Zurückklappen mit einzuklemmen. Generell kann das Transplantat lateral oder medial des Hammergriffs platziert werden, es bietet sich jedoch gerade bei Subtotaldefekten an die laterale Variante zu wählen um das Transplantat zusätzlich vor einem Zurückfallen ins Mittelohr zu schützen. Auch das Unterlegen von resorbierbaren Gelatineschwämmchen soll eine Adhäsion mit dem Promontorium verhindern und zusätzliche Stabilität bieten.

Ist der tympanomeatale Lappen zurückgeklappt und das Transplantat sicher fixiert kann mit der Tamponade des äußeren Gehörganges begonnen werden. Diese beginnt mit der Einlage von Silikonstreifen direkt auf das Trommelfell und anschließendem Einbringen von in antibiotischer Lösung getränkten Gelatintupfern, die bis zur circa 21 Tage später stattfindenden Detamponade im Gehörgang verbleiben.

Nach Faszien- und Hautnaht erfolgt die Abdichtung des Gehörganges mit einer Kugelbeziehungsweise Spitztupfertamponade und die den Eingriff beendende Anlage eines zirkulären Ohrverbandes. Am Folgetag wird eine Knochenleitungsaudiometrie und ein Verbandwechsel durchgeführt. Bei regulären Befunden wird der Patient in die ambulante Nachsorge entlassen.

3 Material und Methoden

3.1 Patientenkollektiv und Einschlusskriterien

In dieser retrospektiven Studie wurden die Daten von 98 zufällig ausgewählten Patienten betrachtet, die sich zwischen 1998 und 2008 in der Hals-Nasen-Ohrenklinik am Campus Benjamin Franklin der Charite einer Tympanoplastik Typ I unterzogen und die den Einschlusskriterien entsprachen.

Einschlusskriterien waren: Die Operation musste ein Ersteingriff in Form einer Tympanoplastik vom Typ I nach Wullstein mit Perichondrium oder Temporalisfaszie in Underlaytechnik sein. Dazu sei gesagt, dass am Klinikum Benjamin Franklin, unabhängig vom Operateur, nahezu jede Tympanoplastik Typ I dieser Beschreibung entsprach. Zum Studienausschluss führten angeborenen Fehlbildungen im Kopf-Hals-Bereich, Cholesteatom und starke Tympanosklerose, die laut Operationsprotokoll eine Kettenmanipulation über das normale Maß hinaus erforderlich machte.

Das Durchschnittsalter der Patienten lag zum Operationszeitpunkt bei 33 Jahren, der jüngste Patient war fünf, der älteste 78 Jahre alt. Die Geschlechterverteilung belief sich auf 52 weibliche und 46 männliche Patienten und es wurden 43 linke und 55 rechte Ohren operiert.

Es operierten insgesamt 16 Operateure mit oder ohne Assistenz, die alle im angegebenen Zeitraum Ober- oder Chefarzt am Klinikum Benjamin Franklin waren. Beidseitige Befunde, die stets zu unterschiedlichen Zeitpunkten operiert wurden, wurden separat erfasst.

3.2 Untersuchungsparameter

Alle Daten wurden aus der stationären und poliklinischen Dokumentation sowie aus den OP-Protokollen aus Patientenakten erhoben, die aus dem Archiv des CBF angefordert wurden. Zunächst wurden Stammdaten und allgemeine präoperative diagnostische Befunde wie die Größe des Trommelfelldefektes, also die Anzahl und die Lokalisation der betroffenen Quadranten, und der Zustand des kontralateralen Ohres erfasst. Ebenso wurde in diesem Zuge die Art der Entstehung der Perforation (entzündlich, traumatisch oder durch ärztliche Intervention) dokumentiert. Hierbei lässt sich eine multifaktorielle Genese nicht ausschließen, es wurde aus den Akten jedoch meist ein eindeutiger Hauptentstehungsmechanismus ersichtlich.

Subjektive präoperative Beschwerden und Symptome (Hypakusis, Otagie, Otorrhoe, Tinnitus, Vertigo) des Patienten wurden registriert und auch bestimmt wie lange die Perforation schon bei dem Patienten bekannt war. Es wurde jeweils ein Audiogramm unmittelbar präoperativ, eines zum Zeitpunkt der Detamponade und eines zum Zeitpunkt der letzten Nachkontrolle mit in die Studie aufgenommen und die Art des bei der OP benutzten Transplantatmaterials und der Operateur erfasst.

Postoperativ wurde der Verschlussfolgerfolg zum Zeitpunkt der letzten Nachkontrolle und im Falle eines Rezidivdefektes der Zustand des Trommelfells dokumentiert. Da die Langzeitnachsorge üblicherweise nicht durch die Klinik sondern durch niedergelassene Fachärzte erfolgte, weichen die Zeitpunkte der letzten Nachuntersuchung von einander ab. Im Mittel fand die Nachuntersuchung hinsichtlich des Verschlussfolgerfolges und des Hörvermögens 283 Tage nach der Operation statt, was in etwa neun Monaten entspricht.

3.3 Audiologische Untersuchung

Alle in diese Studie eingehenden Reintonaudiogramme wurden in der HNO-Poliklinik des Klinikums Benjamin Franklin von drei erfahrenen Audiometristinnen auf zwei Zwei-Kanal Ton-Sprach-Audiometern der Marke Maico ST 36 angefertigt.

Die Luft- und Knochenleitung und die sich daraus ergebende Schalleitungskomponente, welche in dieser Arbeit als Air Bone Gap (ABG) bezeichnet wird, wurden an den Frequenzen 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, und 4000 Hz bestimmt.

Bei der genauen Auswertung der Hörergebnisse besteht die Schwierigkeit darin, diese in einer Form zu berechnen und darzustellen welche einen späteren Vergleich mit Ergebnissen anderer Studien zulässt. Bei der Wahl des Auswertungsprinzips spielt generell die Art der am Hörorgan bestehenden Erkrankung und entsprechend die vorgenommene Manipulation eine Rolle, von welcher man eine Änderung des Hörvermögens erwartet. Ferner stellt sich die Frage, welche Frequenzen der Audiogramme in die Berechnungen und Vergleiche der prä- und postoperativen Hörschwellen mit eingehen sollten.

Es existieren Empfehlungen des Committee on Hearing and Equilibrium der American Academy of Otolaryngology (Monsell 1995) zur standardisierten Auswertung von Hörergebnissen aus dem Jahr 1995, nach welchen sich viele Autoren richten. Diese Guidelines wurden für die Auswertung von Hörergebnissen nach Stapesplastik und Ossikuloplastik entworfen, stellten sich aber als sinnvoll für diese Arbeit heraus und wurden orientierend verwendet.

Bei genauer Betrachtung der gegenwärtigen Literatur und Studienlage zeigte sich jedoch auch, dass von vielen Autoren selbst geschaffene oder abgewandelte Systeme der Auswertung und Darstellung von Hörergebnissen benutzt werden.

Die Richtlinien des Committee on Hearing and Equilibrium schlagen eine Mitteilung der Daten auf zwei Ebenen (Level) vor:

Level I soll der standardisierten Mitteilung der ausgewerteten Hörergebnisse dienen,

Level II hingegen dient der tabellarischen Darstellung der Rohdaten um diese anderen Autoren für Metaanalysen oder Neuberechnungen zugänglich zu machen.

Die Änderung des Air Bone Gap (ABG) nach erfolgreicher Tympanoplastik Typ I, die es in dieser Studie zu beschreiben gilt, ist in Abbildung 6 am Beispiel einer Patientin, die an einer traumatischen Trommelfellperforation litt, dargestellt.

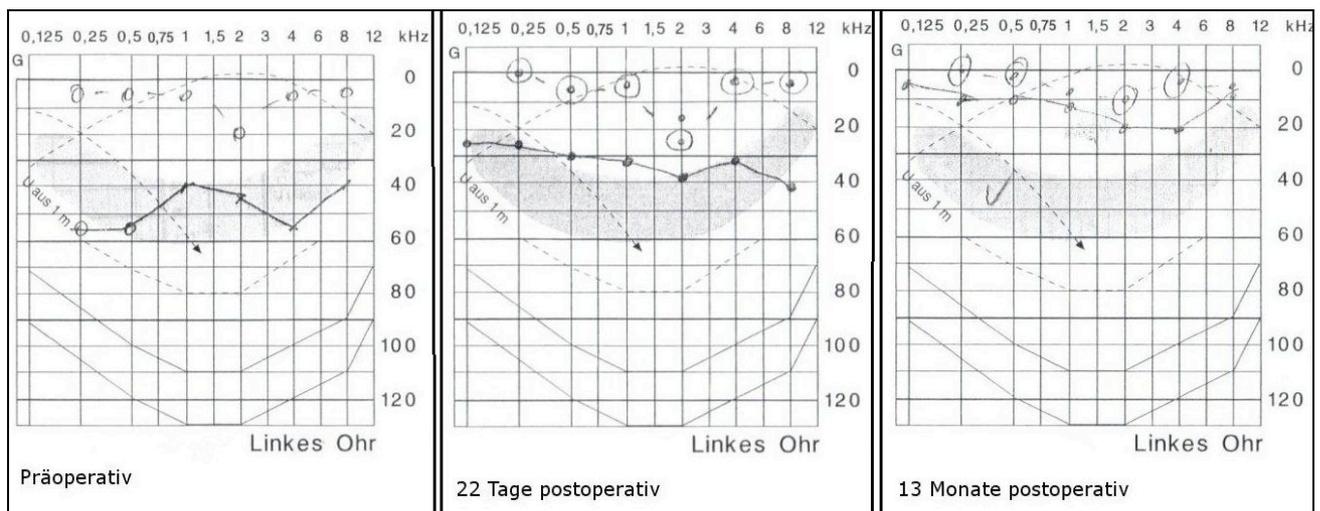


Abbildung 6 Entwicklung des postoperativen Hörvermögens einer 42 Jahre alten Patientin

Das ABG schließt sich hier deutlich und das nach einem Jahr registrierte Audiogramm zeigt nur noch eine minimale Rest-Schallleitungs-komponente.

Zur Berechnung des mittleren ABGs sollen laut Committee on Hearing and Equilibrium die Mittelwerte der Knochenleitung und die Mittelwerte der Luftleitung bei den Frequenzen 0,5, 1, 2 und 3 kHz gebildet werden. In der vorliegenden Arbeit wurde bei der Mittelwertbildung zusätzlich noch die Frequenz 0,25 kHz hinzugezogen um den Tieftonbereich mit abzudecken, sowie statt 3 kHz die Frequenz 4 kHz verwendet, was auch von einigen anderen Autoren

vorgenommen wird und sich laut einer Veröffentlichung von Goldenberg nicht signifikant auf die Auswertungsergebnisse auswirkt (Goldenberg and Berliner 1995).

Für die Berechnung des mittleren ABG ergibt sich also sowohl für Knochen- als auch für Luftleitung folgende Berechnung:

$$0,25 + 0,5 + 1 + 2 + 4 \text{ kHz} : 5$$

Anschließend bildet man die Differenz der Mittelwerte von Luftleitung und Knochenleitung und erhält als Ergebnis das durchschnittliche ABG, welches man nun für den Vergleich des prä- und postoperativen Hörvermögens einzelner Patienten heranziehen kann. Bei dem Vergleich eines ganzen Patientenkollektives wird wiederum der Mittelwert der einzelnen ABG-Mittelwerte gebildet.

Diese Mittelwerte wurden nun für die Berechnung der vom Committee on Hearing and Equilibrium vorgeschlagenen Darstellungen benutzt. Diese sind:

1. Mittelwert, Standardabweichung, Spannweite der mittleren, prä- und postoperativen Schalleitungsschwerhörigkeit (ABG)
2. Mittelwert, Standardabweichung, Spannweite der Änderung der mittleren Schalleitungsschwerhörigkeit (ABG)
3. Einteilung der Patienten in Gruppen 0-10 dB, 11-20 dB, 21-30 dB, >30 dB, jeweils der prä- und postoperative Schalleitungsschwerhörigkeit (ABG)

Einen Vergleich der prä- und postoperativen Knochenleitung im Hochtonbereich wird empfohlen, jedoch zielt dieses auf die Erkennung des ‚Overclosure‘, eines Phänomens welches in der Stapeschirurgie beobachtet wird, ab. Diese Auswertung ist im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht relevant und wird daher nicht berücksichtigt.

Die Mitteilung der Rohdaten, welche als Grundlage für die Berechnungen der Hörergebnisse dienen, erfolgt entsprechend Level II im Anhang.

3.4 Statistische Methoden

Die Datenaufnahme erfolgte mit dem Programm Microsoft[®] Excel Version 2003. Die statistische Auswertung der Daten wurde mithilfe des Programms SPSS Statistics für Windows (SPSS Inc.)

Version 17.0 und in Zusammenarbeit mit dem Institut für Biometrie und Klinische Epidemiologie der Charite Berlin durchgeführt.

Die Tabellen und Grafiken wurden unter Windows mit Hilfe von Microsoft® Word 2003 und SPSS 17.0 erstellt.

Der Chi-Quadrat Test (χ^2) und der Mann-Whitney-Test wurden zum Vergleich zweier unpaariger Beobachtungen eingesetzt. Zum Vergleich gepaarter Parameter wurde der studentische T-Test eingesetzt und jeweils $p < 0,05$ als signifikanter Wert definiert.

4 Ergebnisse

4.1 Verschluss Erfolg

4.1.1 Positives Verschluss Ergebnis

Insgesamt konnte durch die Operation bei 83 (84,7 %) von 98 Ohren ein positives Verschluss Ergebnis erzielt werden.

Betrachtet man den Verschluss Erfolg in Abhängigkeit vom benutzten Transplantatmaterial so findet sich ein nahezu identisches Ergebnis für beide Transplantatgewebe: Bei 15 (83,3 %) der mit Temporalisfaszie, sowie bei 68 (85 %) der mit Perichondrium operierten Ohren war das Trommelfell zum Zeitpunkt der letzten audiologischen Kontrolle intakt.

	Transplantatmaterial		Gesamt	
	Perichondrium	Temporalisfaszie		
Verschluss Erfolg	nein	12 (15,0%)	3 (16,7%)	15 (15,3%)
	ja	68 (85 %)	15 (83,3%)	83 (84,7%)
Gesamt		80 (100%)	18 (100 %)	98 (100 %)

Tabelle 4.1 Operationserfolg

Bei den 16 unter zehn Jahre alten Patienten konnte in 93,7 % der Fälle ein positives Verschluss Ergebnis erzielt werden, bei den 25 über 50 jährigen in 58,3 %.

4.1.2 Negatives Verschlussergebnis

Bei den 15 Patienten mit negativem Verschlussergebnis wurde aus der postoperativen Dokumentation der Trommelfellbefund und der Zeitpunkt des Auftretens des Rezidives erfasst.

OP-Alter (Jahre)	Transplantat	Versagensart	Ungefähre Zeit bis zum Auftreten des Rezidivs
40	Perichondrium	Erneuter Totaldefekt	5 Jahre
48	Perichondrium	Kleine Restperforation, Transplantat intakt	15 Monate
56	Perichondrium	Große, trockene Restperforation, Transplantat intakt	11 Monate
64	Perichondrium	Mehrere kleine Restperforationen, Transplantat intakt	5 Monate
5	Perichondrium	Kleine Restperforation, Transplantat intakt	4 Monate
21	Perichondrium	Transplantat ins Mittelohr Abgesunken und nicht angeheilt	4 Monate
53	Perichondrium	Akute Otitis media mit Innenohrbeteiligung, Rezidivperforation	2 Monate
60	Perichondrium	Kleine Restperforation, Transplantat intakt	2 Monate

31	Perichondrium	Transplantat ins Mittelohr abgesunken, Fazialisparese	1 Monat
42	Perichondrium	Kleine Restperforation, Transplantat intakt	1 Monat
15	Perichondrium	Transplantat ins Mittelohr abgesunken und nicht angeheilt	1 Monat
55	Perichondrium	Komplette Ertaubung des Ohres, Transplantat ins Mittelohr abgesunken	Unmittelbar postoperativ
56	Temporalisfaszie	Cholesteatom	2 Jahre
17	Temporalisfaszie	Transplantat nur teilweise angeheilt, große Restperforation	12 Monate
26	Temporalisfaszie	Transplantat ins Mittelohr abgesunken und nicht angeheilt	3 Monate

Tabelle 4.2 Operationsmisserfolge

Das mittlere Alter der Patienten mit Rezidivperforationen und Komplikationen lag bei 39,27 (SD 18,8) Jahren und damit ca. 6 Jahre über dem mittleren Alter des gesamten Patientenkollektivs (33,03 Jahre).

Generell lässt sich feststellen, dass es zwei Hauptmechanismen des Versagens gibt. Bei 5 Patienten heilte das Transplantat primär nicht an und sank in das Mittelohr ab, bei weiteren 8 Patienten kam es hingegen zu einer Anheilung des Transplantates, jedoch bestanden weiterhin eine oder mehrere meist kleine Restperforationen.

Ein Patient hatte nach einem extrem langen Nachuntersuchungsintervall von 5 Jahren wieder einen Totaldefekt entwickelt, bei einem weiteren entstand 2 Jahre postoperativ ein Cholesteatom.

Bei einer 55 Jahre alten Patientin kam es postoperativ im Verlauf von 14 Tagen zu einer Ertaubung auf dem operierten Ohr. Das kontralaterale Ohr war bei ihr frei von Pathologien. Ein möglicher Ertaubungsmechanismus könnte in einer traumatischen Fistelung oder toxischen Prozessen gesehen werden.

4.2 Erfolgsraten der Operateure

An den Operationen, welche die vorliegende Arbeit evaluiert waren 16 unterschiedliche Operateure beteiligt. In Tabelle 4.3 ist dargestellt wie viele Operationen vom jeweiligen Operateur durchgeführt wurden, welches Transplantatmaterial benutzt wurde, sowie wie hoch die Erfolgsraten waren.

Operateur (Nr.)	Anzahl der Operationen	Faszie	Perichondrium	Erfolgsrate (%)
1	22	x	22	100
2	12	x	12	92
3	11	5	6	82
4	8	3	5	100
5	8	7	1	75
6	7	x	7	71
7	5	x	5	60
8	4	x	4	75
9	4	x	4	100
10	4	x	4	75
11	3	x	3	100
12	2	x	2	50
13	2	x	2	50
14	2	1	1	100
15	1	1	x	0
16	1	x	x	100

X = Transplantatmaterial nicht benutzt

Tabelle 4.3 Erfolgsraten der Operateure

Fünf Operateure benutzten sowohl Faszie als auch Perichondrium, wohingegen elf der Operateure ausschließlich Perichondrium verwendeten. Die Hälfte der Operateure hatte lediglich zwischen einer und vier Operationen, ein Operateur führte mit 22 ein knappes Viertel aller bewerteten Operationen durch. Diese Verteilung entspricht der normalen Operations-Situation an deutschen Kliniken.

4.3 Perforationsgenese

Die Analyse der Patientendaten hinsichtlich der Ätiologie der Trommelfellperforationen erbrachte folgendes Ergebnis:

58 (59,2%) der Perforationen entstanden durch entzündliche Prozesse, 16 (16,3%) waren Folge eines direkten oder indirekten Traumas und 24 (24,5%) entstanden iatrogen infolge einer Paukendrainage.

	Perforationsgenese			Gesamt
	Entzündlich	Traumatisch	Iatrogen	
Operierte Ohren	58	16	24	98
OP-Misserfolge	12	1	2	15
Misserfolgsrate	20,7%	6,3%	8,3%	15,3%

$p = 0,2$ (χ^2 test)

Tabelle 4.4 Misserfolgsrate in Abhängigkeit von der Perforationsgenese

Tabelle 5.3 zeigt die erwartungsgemäße Tendenz, dass der Operationserfolg bei den durch Entzündung bedingten Trommelfellperforationen schlechter ausfällt als bei den traumatischen und den iatrogenen Perforationen. Dieser Unterschied erweist sich jedoch im Chi-Quadrat Test als nicht signifikant.

4.4 Präoperative Symptome

Die Symptome, die eine Trommelfellperforation hervorrufen kann reichen von völliger Beschwerdefreiheit bis hin zu einer starken Beeinträchtigung des Alltages. Die Auswertung der präoperativ aus den Akten erhobenen Symptome ergab folgende Ergebnisse:

Otorrhoe bestand präoperativ bei **50,6 %** der Patienten (N = 89).

Otalgie wurde von **21,2 %** der Patienten beschrieben (N = 85).

Tinnitus bestand bei **19,2 %** der Patienten (N = 78).

Vertigo gaben **6,7 %** der Patienten an (N = 89).

Eine subjektiv als beeinträchtigend empfundene **Hypakusis** bestand bei **80,5 %** der Patienten (N = 87).

4.5 Perforationsgröße

Der am häufigsten vom Primärdefekt betroffene Trommelfellquadrant war der vordere untere, welcher bei 74 Patienten (75,5%) allein oder mitbetroffen war. Der vordere obere Quadrant war hingegen nur bei 26 Patienten (26,5%) und damit am wenigsten häufig mitbetroffen. Hinten oben und unten waren bei 34 (34,7%) und 69 (70,4%) der Patienten mit in den Defekt einbezogen.

Tabelle 5.4 zeigt die Verschlussrate in Bezug zu den unterschiedlichen Defektgrößen. Hier imponiert ein scheinbar besseres, postoperatives Heilungsvermögen für große, drei Quadranten betreffende Perforationen, was sich jedoch im Chi-Quadrat Test als nicht signifikant erweist ($p = 0,07$).

	Defektgröße			
	Klein (1 Quadrant)	Mittel (2 Quadranten)	Groß (3 Quadranten)	Totaldefekt (4 Quadranten)
Operierte Ohren	31	42	8	16
Erfolgreicher Verschluss	29	31	8	14
Verschlussrate	93,5%	73,8%	100,0%	87,5%

$p = 0,07$ (χ^2 test)

Tabelle 4.5 Anzahl der vom Defekt betroffenen Quadranten

Was die Audiologische Auswertung betrifft, so zeigt sich im t-Test für unabhängige Stichproben kein signifikanter Zusammenhang von Größe des Primärdefektes und der postoperativen Hörverbesserung ($p > 0,05$).

4.6 Höregebnisse

4.6.1 Änderung der Schalleitungsschwerhörigkeit

Bei den Patienten mit positivem postoperativem Verschlussresultat kam es in 95,2 % der Fälle zu einer Reduktion der Schalleitungsschwerhörigkeit. Bei 2 Patienten kam es zu keiner Änderung und bei 2 Patienten zu einer minimalen Verschlechterung des mittleren ABG.

Das durchschnittliche, präoperative ABG betrug für das gesamte Patientenkollektiv mit positivem Verschlussresultat **22,1** dB. Postoperativ kam es zu einer Reduktion des Wertes auf **10,4** dB, was einer Verbesserung der durchschnittlichen Schalleitungsschwerhörigkeit um **11,7** dB entspricht (Tabelle 4.7).

	ABG prä-OP ± SD / R (dB)	ABG post-OP ± SD / R (dB)
Perichondrium (N=68)	21,71 ± 8,09 / 38	10,81 ± 5,13 / 28
Temporalisfaszie (N=15)	23,93 ± 7,67 / 33	8,53 ± 5,34 / 20
Gesamt (N=83)	22,11 ± 8,01 / 38	10,4 ± 5,05 / 28

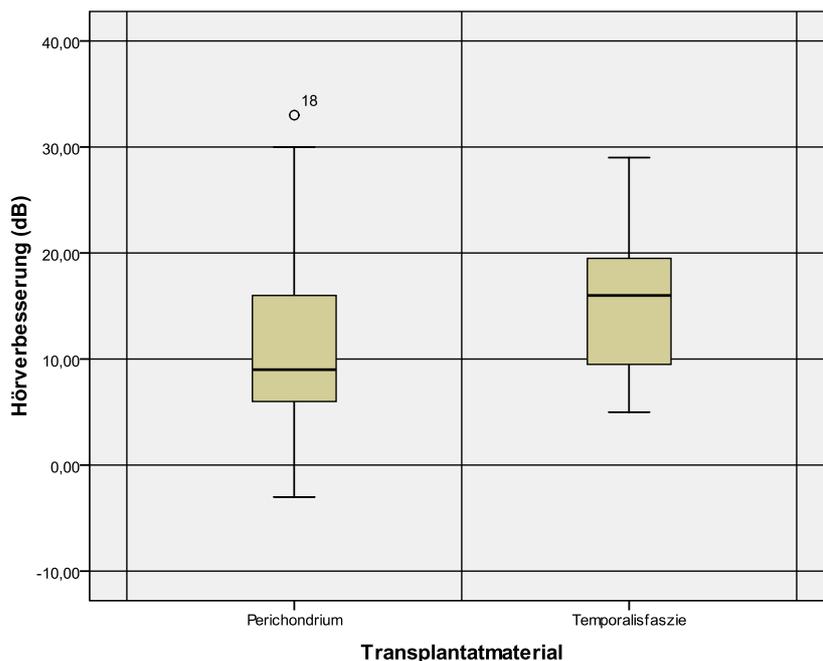
t-Test: $p < 0,001$ (für alle prä-OP – post-OP - Vergleiche)

Tabelle 4.6 Durchschnittliche prä- und postoperative Schalleitungsschwerhörigkeit

Betrachtet man nun das Höregebnis in Abhängigkeit von den unterschiedlichen Transplantatmaterialien, so zeigt sich in der Perichondrium-Gruppe eine Reduktion des ABG von **22,7** auf **10,8** dB und in der Temporalisfaszien-Gruppe eine Verringerung des Wertes von **23,9** auf **8,5** dB. Dies entspricht einer durchschnittlichen Verbesserung des Hörvermögens im Reintonaudiogramm von **10,9** dB für Perichondrium und **15,4** dB für Faszie. Dieser Unterschied stellt sich im Mann-Whitney-Test als signifikant heraus ($p = 0,036$) und ist ergänzend zu Tabelle 4.7 in Abbildung 7 als Boxplot dargestellt.

Transplantatmaterial	Hörverbesserung \pm SD / R (dB)
Perichondrium (N=68)	10,9 \pm 7,22 / 36
Temporalisfaszie (N=15)	15,4 \pm 7,1 / 24
Insgesamt (N=83)	11,7 \pm 7,36 / 36

Tabelle 4.7 Durchschnittliche Hörverbesserung



$p = 0,036$ (Mann-Whitney-Test)

Abbildung 7 Boxplot: Postoperative Hörverbesserung

4.6.2 Postoperatives Hörvermögen: Darstellung in 10 dB Gruppen

Entsprechend der Guidelines wird in den folgenden Tabellen das prä- und postoperative ABG in Gruppen von 10 dB dargestellt.

Die Ergebnisse für alle Patienten mit positivem Verschlussresultat sind in Tabelle 4.8 dargestellt und zeigen, dass präoperativ 4 Patienten (4,8%) eine Schallleitungsschwerhörigkeit zwischen 0 und 10 dB haben und sich postoperativ 46 Patienten (55,4%) in diesem Intervall befinden. 95,2% der Patienten haben postoperativ ein mittleres ABG zwischen 0 und 20 dB. Des Weiteren lässt sich vermerken, dass postoperativ kein Patient mehr ein ABG von über 30 aufweist.

Durchschnittliches ABG	Prü-OP		Post-OP	
	%	N	%	N
0 – 10 dB	4,8	4	55,4	46
11 – 20 dB	41,0	34	39,8	33
21 – 30 dB	37,3	31	4,8	4
> 30 dB	16,9	14	0	0

Tabelle 4.8 Prä- und postoperatives ABG in Intervallen / **Alle Patienten** (N = 83)

In Tabelle 4.9 und Tabelle 4.10 sind die Ergebnisse für die unterschiedlichen Transplantatmaterialien dargestellt. Es fällt auf, dass sich alle der mit Temporalisfaszie operierten Patienten postoperativ im Intervall 0 bis 20 dB befinden, und von diesen sogar 73% in den Bereich 0 bis 10 dB fallen. Die Ergebnisse für Perichondrium hingegen gleichen denen für das gesamte Patientenkollektiv.

Durchschnittliches ABG	Prü-OP		Post-OP	
	%	N	%	N
0 - 10 dB	4,4	3	51,5	35
11 - 20 dB	45,6	31	42,6	29
21 - 30 dB	36,8	25	5,9	4
>30 dB	13,2	9	0	0

Tabelle 4.9 Prä- und postoperatives ABG in Intervallen / **Perichondrium** (N = 68)

Durchschnittliches ABG	Prü-OP		Post-OP	
	%	N	%	N
0 - 10 dB	6,7	1	73,3	11
11 - 20 dB	20	3	26,7	4
21 - 30 dB	40	6	0	0
>30 dB	33,3	5	0	0

Tabelle 4.10 Prä- und postoperatives ABG in Intervallen / **Temporalisfaszie** (N = 15)

4.6.3 Frequenzspezifische Auswertung

Da die bislang dargestellten audiologischen Berechnungsergebnisse ausschließlich auf den Mittelwerten der durchschnittlichen ABGs der Einzelfrequenzen beruhten, ist es sinnvoll diese GAPs der Einzelfrequenzen darzustellen. In den

Tabelle 4.11 und

Tabelle 4.12 sind die prä- und postoperativen durchschnittlichen GAPs für die einzelnen Frequenzen dargestellt, deren in der rechten Spalte dargestellter Mittelwert wiederum die Berechnungsgrundlage für alle vorangegangenen Auswertungen war.

<i>Prä-OP</i>	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	Mittelwert
Perichondrium (N = 68)	27	23,3	20	17,2	20,8	21,7
Temporalisfaszie (N = 15)	28,7	26,3	25	21	18,7	23,9
Gesamt (N = 83)	27,3	23,9	21,1	17,9	20,4	22,1

Tabelle 4.11 Mittleres, **präoperatives**, frequenz-selektives ABG in dB

<i>Post-OP</i>	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	Mittelwert
Perichondrium (n=68)	10,8	10,7	12,1	7,4	13	10,8
Temporalisfaszie (n=15)	7,7	8,3	7,3	7,3	12	8,5
Gesamt (n=83)	10,2	10,3	11,3	7,4	12,8	10,4

Tabelle 4.12 Mittleres, **postoperatives**, frequenz-selektives ABG in dB

4.6.4 Mitteilung der Rohdaten

Entsprechend Level II der Guidelines des Committee on Hearing and Equilibrium werden auch die Rohdaten, welche als Berechnungsgrundlage dienen in folgender Tabelle mitgeteilt. Hierbei wird auch das Alter der Patienten zum OP-Zeitpunkt angegeben, um anderen Autoren, die diese Daten eventuell benutzen, eine Altersselektion zu ermöglichen.

Pat. Nr.	Patientenalter	Knochenleitung prä-OP (kHz)						Knochenleitung post-OP (kHz)						Luftleitung prä-OP (kHz)						Luftleitung post-OP (kHz)					
		0,25	0,5	1	2	4	8	0,25	0,5	1	2	4	8	0,25	0,5	1	2	4	8	0,25	0,5	1	2	4	8
1	69	25	40	40	45	50	60	15	25	30	45	55	90	60	50	45	65	60	80	20	30	40	50	65	90
2	7	5	5	5	5	5	5	0	0	5	5	5	5	45	40	35	25	20	20	10	10	15	15	10	5
3	37	5	5	0	10	5	5	0	5	5	5	5	5	40	40	45	35	30	35	10	20	20	10	15	15
4	53	5	10	15	5	5	15	10	10	10	10	10	15	40	30	20	10	30	30	15	15	20	10	30	15
5	55	5	10	20	10	15	35	5	15	15	10	15	35	25	30	40	25	35	65	10	25	25	15	35	80
6	25	5	0	10	20	25	30	10	10	15	15	20	30	40	50	45	35	50	60	15	10	15	15	25	45
7	47	0	0	5	5	5	10	0	5	5	10	5	5	25	20	30	25	40	45	10	15	15	15	10	15
8	52	5	5	5	20	25	40	5	10	5	5	10	20	40	35	30	25	50	60	5	10	10	5	35	45
9	69	25	40	40	45	50	60	15	25	30	45	55	90	60	50	45	65	60	80	20	30	40	50	65	90
10	11	0	0	0	0	5	5	0	0	10	0	0	5	35	30	35	35	25	55	5	5	15	10	15	45
11	63	20	10	20	40	40	45	15	10	15	35	40	45	45	40	60	60	60	60	30	25	30	40	55	60
12	11	0	0	0	0	5	15	10	0	0	5	10	15	30	25	20	15	10	30	20	15	10	5	10	20
13	49	0	0	5	5	5	15	5	5	5	10	5	10	40	25	25	25	20	70	5	5	10	15	20	50
14	13	0	0	0	5	0	0	0	0	5	5	0	0	20	15	20	20	10	25	5	0	5	5	10	10
15	5	0	0	0	5	5	5	0	5	5	10	5	5	35	35	20	10	25	35	10	15	15	10	15	30
16	42	5	5	5	20	5	5	0	5	5	10	5	5	55	55	40	45	55	40	10	10	10	20	20	5
17	65	5	5	5	25	20	25	5	5	5	25	35	40	45	30	25	40	40	50	10	10	15	30	40	70
18	50	0	0	5	5	5	5	0	0	0	10	10	5	20	20	15	20	30	35	5	10	10	15	25	30
19	6	0	0	0	5	5	5	0	0	0	0	0	5	30	25	20	30	35	20	10	10	10	10	30	35
20	42	5	15	15	15	5	5	5	10	10	15	5	5	40	45	50	25	30	30	20	25	30	25	15	30
21	57	10	15	5	15	10	40	10	15	15	15	10	15	40	40	20	30	55	55	15	25	25	20	35	40
22	5	0	0	0	0	0	0	5	10	0	5	5	10	40	40	20	30	40	40	25	20	15	15	20	25
23	65	0	10	30	40	35	35	10	20	30	30	30	40	40	50	75	65	55	55	15	25	35	40	30	50
24	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	10	35	30	35	35	30	45	5	10	20	10	15	15
25	42	5	5	5	10	40	50	0	0	5	15	50	45	30	20	20	30	50	75	10	5	15	20	60	75
26	38	10	5	5	15	20	30	10	5	5	5	15	15	45	40	25	35	35	45	15	10	15	10	35	45
27	67	25	35	50	55	60	55	25	35	45	55	50	50	70	90	95	85	80	100	70	70	60	65	75	80
28	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	30	30	35	30	20	20	10	10	10	15	30
29	16	0	0	0	0	0	10	15	5	5	5	5	15	40	40	25	25	30	35	35	30	5	5	20	25
30	16	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	5	5	10	10	15	15	20	20	0	0	5	5	25	30
31	49	10	10	5	15	50	55	5	5	0	10	60	35	50	40	30	30	80	55	10	10	10	10	75	60
32	35	10	25	15	20	35	15	5	5	10	15	35	15	25	30	40	50	60	30	5	5	15	25	45	35
33	45	5	5	5	5	10	10	0	0	5	5	5	15	30	30	25	25	25	30	0	5	5	5	10	35
34	9	10	5	5	10	10	10	5	0	5	5	5	15	20	15	20	40	40	40	20	15	20	10	20	25
35	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	15	35	20	30	30	10	5	15	5	5	15
36	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	0	40	30	20	40	25	25	5	10	10	20	20	30
37	67	5	10	20	35	50	55	15	25	30	40	50	60	40	55	65	85	95	90	35	45	50	55	85	90
38	10	5	0	0	5	5	10	10	0	5	10	5	15	35	25	15	10	30	25	15	15	15	15	10	20
39	11	10	5	0	5	0	5	10	0	0	0	0	0	40	30	15	15	25	20	25	15	15	10	10	30
40	32	10	10	10	30	35	50	15	10	10	2	35	40	35	25	25	40	40	80	25	25	20	30	55	70
41	55	5	5	20	40	45	50	5	5	10	40	55	60	40	45	45	45	65	90	15	20	25	60	90	105
42	9	5	5	5	5	5	5	5	0	0	0	10	25	40	35	30	15	20	30	25	20	15	15	20	30
43	14	20	5	15	15	5	35	15	10	10	15	10	35	35	20	25	25	20	50	25	20	25	20	25	50
44	66	15	15	15	10	55	55	15	15	15	20	45	55	30	25	25	15	65	85	20	20	25	25	50	80
45	49	5	15	20	30	55	55	15	15	25	40	65	60	30	30	30	50	75	70	20	20	35	65	75	70
46	12	0	0	0	5	5	10	0	0	0	5	5	0	15	15	20	20	10	35	10	10	10	5	15	10
47	6	0	5	0	5	5	5	0	5	0	5	5	5	35	30	15	15	30	35	25	20	15	10	15	35
48	45	15	10	10	5	15	20	10	5	10	10	30	55	50	30	30	20	40	35	25	20	35	20	45	65
49	45	5	5	5	15	15	20	5	0	5	10	5	5	10	15	20	25	50	65	10	10	20	15	25	30

50	26	5	5	5	15	10	5	0	0	0	0	10	10	20	20	25	25	15	20	0	0	5	15	20	20
51	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	20	15	10	10	10	15	10	10	10	15	10	10
52	11	0	0	5	5	5	5	5	5	10	25	25	5	35	30	40	25	35	20	55	55	50	35	25	30
53	9	0	0	0	5	5	5	5	0	5	5	0	5	45	45	20	10	20	30	30	20	20	20	20	35
54	32	10	10	10	30	35	50	15	10	10	25	40	45	35	25	25	40	40	80	25	25	20	30	55	70
55	12	5	0	0	5	0	5	5	0	0	5	5	5	30	15	25	25	15	10	20	15	15	10	20	35
56	13	10	5	10	5	5	5	5	10	0	5	0	5	30	30	20	35	20	25	20	20	15	10	25	45
57	53	15	15	5	15	20	50	5	10	15	30	45	60	45	40	25	20	40	80	10	25	35	45	65	85
58	56	5	5	5	5	15	25	0	0	5	5	15	35	40	40	25	20	30	60	10	15	10	10	45	80
59	22	10	10	15	10	20	5	5	5	15	15	20	5	55	50	45	35	35	35	15	20	25	15	30	35
60	29	0	5	0	0	0	10	0	0	0	5	5	10	45	40	15	10	20	40	10	10	5	15	20	30
61	39	5	5	0	5	10	20	0	0	0	15	25	30	45	40	20	25	35	75	20	20	35	30	45	55
62	48	0	5	5	10	20	15	0	5	10	15	50	50	10	10	10	15	30	25	10	10	15	20	60	80
63	34	0	0	5	5	5	5	0	0	5	0	5	15	20	15	15	15	10	35	5	5	10	10	10	30
64	30	0	0	0	10	50	10	0	10	10	15	50	15	30	20	10	20	60	30	15	15	20	25	65	45
65	20	5	0	0	0	0	0	5	0	0	5	0	0	45	40	30	15	15	15	15	20	15	10	10	10
66	13	5	10	5	10	5	0	0	0	0	5	0	0	25	20	30	35	30	30	5	0	5	15	20	25
67	78	30	10	10	10	25	60	20	10	5	15	30	65	40	30	30	40	70	100	30	25	25	30	55	100
68	8	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	5	5	20	15	25	15	10	20	10	10	15	5	10	15
69	36	0	5	0	5	5	5	0	0	0	10	5	5	5	15	10	20	10	20	0	5	10	15	10	20
70	6	10	10	15	15	5	5	5	5	5	15	10	20	20	30	25	30	10	20	30	30	20	20	15	45
71	59	5	5	10	10	25	30	0	0	5	5	20	35	20	15	25	20	30	70	5	5	10	5	30	70
72	41	15	15	10	30	35	35	10	20	5	30	35	30	60	45	35	60	60	70	30	25	25	40	45	55
73	14	0	0	0	10	5	40	0	0	0	0	5	45	10	15	20	20	20	90	10	5	15	15	25	100
74	48	0	0	0	5	0	15	0	5	0	15	5	20	20	10	20	20	20	30	0	5	10	20	10	50
75	16	0	0	0	0	5	0	0	5	5	0	5	0	20	5	10	10	20	10	5	10	5	5	10	5
76	42	5	5	5	5	10	15	15	5	5	10	10	25	35	30	25	35	20	35	20	10	20	20	20	45
77	59	20	20	20	50	60	95	10	10	30	35	50	90	35	45	55	70	90	120	10	15	45	45	65	100
78	18	15	10	10	25	5	20	10	5	10	15	20	20	45	35	25	40	30	40	25	20	15	30	25	25
79	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45	40	20	20	20	25	15	10	10	5	5	10
80	28	0	0	0	10	15	25	0	0	0	15	20	15	10	10	10	25	25	40	10	10	5	20	20	55
81	5	0	0	5	0	0	0	0	0	0	10	5	10	20	20	20	10	5	5	10	15	5	10	10	35
82	10	0	0	0	5	0	0	0	0	0	10	5	20	25	25	35	30	30	30	10	10	20	15	25	50
83	40	0	0	0	0	5	0	0	5	5	5	5	5	10	10	10	5	15	5	5	10	10	10	5	15

Tabelle 4.13 Rohdaten / Level II

4.6.5 Hörergebnis der Patienten mit Rezidivperforation

Die Auswertung der Hörergebnisse von den 15 Patienten, bei denen sich in der letzten Nachuntersuchung eine Rezidivperforation zeigte, und welche damit als Operationsmisserfolg gewertet wurden, zeigt unterschiedliche Resultate. 8 Patienten hatten postoperativ trotz Rezidivperforation ein besseres oder unverändertes ABG. Bei 7 Patienten kam es zu einer leichten Verschlechterung (jedoch nie über 10 dB) und eine Patientin war, wie bereits erwähnt, postoperativ ertaubt.

5 Diskussion

5.1 Verschlussergebnis

Die Tympanoplastik vom Typ I hat einen dauerhaften Verschluss des Trommelfells zum Ziel, welches bei 84% der Patienten dieser Studie erreicht wurde. Dies ist insgesamt ein gutes Ergebnis, doch entwickeln somit nicht weniger als 16% der Patienten nach der Operation ein Rezidiv. Die Operation ist für den Patienten mit einem nicht unerheblichen Zeitaufwand durch stationäre und ambulante Termine und meist mit einer Vollnarkose verbunden und somit durchaus als Belastung einzustufen. Da die Tubenfunktion wohl eine wichtige Rolle für den Langzeiterfolg der Tympanoplastik spielt (Holmquist and Lindeman 1987) und in dieser Studie der Zeitpunkt der Nachuntersuchung im Mittel bei ungefähr neun Monaten liegt kann hypothetisch noch mit einer Verschlechterung des Verschlussergebnisses um einige Prozent bei entsprechend langem Nachuntersuchungsintervall gerechnet werden. Dies kann von anderen Autoren, die ein längeres Follow up Intervall wählten gezeigt werden. Gersdorff erreicht beispielsweise nach drei Jahren ein Verschlussergebnis von 71,4% für Temporalisfaszie (Gersdorff, Garin et al. 1995). Betrachtet man hingegen die in Tabelle 2.1 dargestellten Failuremechanismen- und Zeitpunkte so fällt auf, dass Rezidive in dieser Arbeit größtenteils durch ein primäres Nichtanheilen des Transplantates bedingt sind und somit gleich in den ersten Wochen bis Monaten auftreten.

In Hinblick auf die Genese der Perforationen lässt sich vermerken, dass Perforationen von Patienten mit OMC schlechtere postoperative Heilungsraten aufweisen. Nur 6,3% der iatrogen durch Paukendrainage verursachten Perforationen rezidivieren postoperativ. Im Gegensatz dazu kommt es bei den entzündlich bedingten Perforationen zu einer Rezidivrate von 21%. Der Unterschied erweist sich zwar als nicht statistisch signifikant, jedoch zeigt diese Tendenz, dass die der OMC zugrunde liegende, nicht beseitigte Pathologie weiter besteht und häufiger zu Reperforationen führt.

Es existieren einige Studien anderer Autoren, die sich mit den operativen Ergebnissen der Tympanoplastik Typ I beschäftigen, jedoch sollte bei einem Vergleich auf Parameter wie benutztes Transplantatgewebe, Operationstechnik und Miteinbezug von Rezidivoperationen geachtet werden, da diese das Ergebnis maßgeblich beeinflussen können. Auch auf die Altersstruktur des untersuchten Patientenkollektives sollte geachtet werden, da beispielsweise die Heilungsraten bei Kindern schlechter zu sein scheinen, wie es von einigen Autoren

propagiert wird (Halik and Smyth 1988). Hier sind Studienergebnisse und Meinung der Autoren allerdings nicht eindeutig. Dies zeigt unter anderem ein aktuelles Review von Sarkar et al. (Sarkar, Roychoudhury et al. 2009) und auch in unserem Patientenkollektiv erreichten die unter 10 Jahre alten Patienten mit 93,7% eine im Vergleich zum Gesamtkollektiv sogar höhere Erfolgsrate.

Die ausführliche Literaturrecherche hinsichtlich eines Vergleichs der OP-Erfolgsraten der beiden Transplantatgewebe ergab eine Vielzahl an Arbeiten in denen Faszie oder Knorpel verwendet wurde. Bemerkenswert erscheint, dass Studien zum Verschlussresultat und audiologischem Ergebnis, in denen ausschließlich Perichondrium (d.h. ohne anhaftenden Knorpel) verwendet wurde, nicht recherchiert werden konnten. Allenfalls als Nebenergebnis finden sich bei Dornhoffer Verschlussresultat und audiologisches Ergebnis von 20 Patienten zum Operationserfolg mit reinem Perichondrium (Dornhoffer 1997). Hier wird ein Verschlussresultat von 85% erzielt, was sich mit den Ergebnissen unserer Untersuchung deckt. Der Umstand, dass sich keine Daten eines größeren Kollektives finden lassen weist im Besonderen auf den Wert der in dieser Arbeit gewonnenen Informationen und Schlussfolgerungen hin.

In einer Studie von Looock aus dem Jahr 2008 mit 137 Patienten zeigte sich für Temporalisfaszie ein Verschlussresultat von 86,1% (Looock and Naude 2008). Eine andere Studie von Karela aus England mit 168 Patienten gleicher Altersklasse und ähnlichen Einschlusskriterien wie in unserer Arbeit zeigt ebenfalls für Temporalisfaszie ein erfolgreiches Operationsergebnis von 91,5% (Karela, Berry et al. 2008). Hier wurden allerdings alle Eingriffe von ein und dem Selben Operateur durchgeführt.

Eine beeindruckende Erfolgsrate von 97% zeigt eine Studie von Gamra 2008 (Gamra, Mbarek et al. 2008). Hier wurden 290 Perforationen mit Temporalisfaszie in Underlay-Technik versorgt, das audiologische Ergebnis ist verwunderlicher Weise weitaus schlechter als in Vergleichsstudien (s. Tabelle 5.2 Vergleichsergebnisse anderer Studien).

Vartiainen untersuchte 1993 in einer viel zitierten Studie Faktoren, die das Ergebnis der Tympanoplastik Typ I beeinflussen können. Bei einem 404 Patienten umfassenden, primär mit Temporalisfaszie operierten Patientenkollektiv lag die Verschlussrate nach einem mittleren Nachuntersuchungsintervall von 5,5 Jahren bei 88% (Vartiainen and Nuutinen 1993).

In der vorliegenden Untersuchung wurde im Gegensatz zu den zuvor zitierten Untersuchungen anderer Autoren, Ergebnisse mehrerer Operateure unterschiedlichen Ausbildungs- und Erfahrungsstandes aufgearbeitet. Dieser Umstand beschreibt den typischerweise in Deutschland vorliegenden Versorgungsstand an einer Klinik der Maximalversorgung. Im Gegensatz dazu

finden sich durch das Gesundheitssystem bedingt, insbesondere in anglo-amerikanischen Ländern Schwerpunktbildungen in Form von aus einer oder aus maximal 3-4 Personen bestehenden Chirurgengruppen.

Temporalisfaszie ist das wohl am Häufigsten genutzte Transplantatmaterial für den primären Trommelfellverschluss. Perichondrium wird in Büchern und Publikationen als ebenbürtig genutztes Transplantatgewebe beschrieben, es finden sich jedoch keine Studien mit geeignetem großem Patientenkollektiv in denen reines Perichondrium zur Defektdeckung genutzt wurde. Vielmehr existieren viele Arbeiten, die sich mit Knorpel als Transplantatgewebe beschäftigen, welcher gerade bei Redziveingriffen aber häufig auch primär in Pallisadentechnik oder als Knorpelinseltransplantat mit anhaftendem Perichondrium genutzt wird. Im Vergleich mit Faszie sind die Verschlussraten und audiologischen Ergebnisse von Knorpel ähnlich und sogar besser (Milewski, Giannakopoulos et al. 1996; Gamra, Mbarek et al. 2008).

Ziel unserer Studie war es, reine Perichondriumtransplantate mit Faszientransplantaten zu vergleichen und es zeigte sich mit 85% für Perichondrium und 83% für Faszie ein annähernd gleiches Verschlussresultat für beide Materialien.

Eine aktuelle Studie aus 2009 von Labatut Pesce, die in einem dem unseren sehr ähnlichen Studiendesign Hör- und Verschlussresultate für Muskelfaszie untersucht, erreicht ein Verschlussresultat von 82% nach 12 Monaten (Labatut Pesce, Sierra Granon et al. 2009). Nach Vergleich mit dieser und den zuvor zitierten Referenzstudien kann gefolgert werden, dass bezogen auf das Verschlussresultat, Temporalisfaszientransplantate gleiche Verschlussraten erzielen und hieraus resultierend keinen wesentlichen Vorteil gegenüber Perichondriumtransplantaten besitzen. Die Wahl des Transplantatmaterials liegt also in den Händen des Operateurs und wird zu großen Teilen durch dessen Vorlieben und Erfahrung begründet. Das intraoperative Handling von Perichondrium ist aufgrund seiner Steifigkeit im Vergleich zu Faszie sehr komfortabel, was sich gerade bei Deckung großer Defekte als hilfreich erweist. Was die gewebespezifischen Eigenschaften angeht, so ist Perichondrium ein Gewebe, welches reich an Stamm- und Progenitorzellen ist (Togo, Utani et al. 2006), was den Heilungsprozess und die Reepithelialisierung beschleunigen kann.

5.2 Einfluss der Defektgröße auf den OP-Erfolg

Der Umstand, dass Patienten in dieser Studie mit großen, drei Quadranten betreffenden Perforationen auf den ersten Blick eine etwas bessere Heilungsrate als Patienten mit kleinen Trommelfelldefekten zu haben scheinen, ist sicherlich als überraschend zu werten. Dieser Unterschied stellte sich nach statistischer Aufarbeitung jedoch als nicht signifikant heraus. Die Literaturrecherche führt sowohl diese Beobachtung bestätigende als auch widerlegende Ergebnisse anderer Studien an. In einer Studie von Yuasa, bei der 75 Patienten mit einer speziellen, minimalinvasiven Form der Underlay Tympanoplastik versorgt wurden, wird deutlich, dass die drei Quadranten betreffenden Defekte postoperativ besser heilen (Yuasa and Yuasa 2008). Auch hier zeigt sich jedoch im Chi-Quadrat Test keine Signifikanz. Eine Gegenüberstellung der Ergebnisse zeigt die folgende Tabelle 5.1.

<i>Erfolgsrate</i>	Klein	Mittel	Groß	Total
Eigene ('09)	93,5%	73,8%	100,0%	87,5%
Yuasa ('08)	67,9%	76,0%	86,4%	76,0%

Tabelle 5.1 Postoperative Heilungsrate in Bezug zur präoperativen Defektgröße

Eine mögliche Erklärung für die scheinbar bessere Heilung der großen Defekte könnte aus chirurgischer Sicht eine unbewusst größere Sorgfalt bei der Verankerung des Transplantates sein. So wird hier, um ein Verrutschen des Transplantates zu verhindern häufig auf die Zip-Technik oder andere Möglichkeiten zur besseren Verankerung zurückgegriffen, wohingegen bei kleinen Perforationen ein vergleichsweise simples Unterlegen und Abstützen des Transplantates auszureichen scheint. Dies ist ein Anhaltspunkt dafür, dass auch bei kleinen Perforationen eine gute, sehr sorgfältige Fixierung des Transplantates anzustreben ist, um möglicherweise bessere Operationserfolgsraten zu erzielen.

Andere Autoren kommen zu dem Schluss, dass die Perforationsgröße keinen Einfluss auf die Heilung hat. Lee kommt in einer retrospektiven Studie an 423 Myringoplastik-Patienten, die sich ausschließlich mit diesem Thema auseinandersetzt zu dem Ergebnis, dass eine bessere Heilungstendenz für kleine Perforationen besteht (Lee, Kelly et al. 2002). Die Literaturrecherche von Lee ergibt aber, dass die überwiegende Anzahl der Studien, die sich auch der Perforationsgröße widmen, zeigen, dass kein Zusammenhang zwischen Perforationsgröße- oder lokalisation zu besserer oder schlechterer Heilung besteht. Es taucht immer wieder die generell

nahe liegende Vermutung auf, dass wohl die chirurgische Erfahrung des Operateurs maßgeblich für den Erfolg der Operation ist.

Studien, die dies untersuchen belegen, dass eine Perforation größenunabhängig eine bessere Heilungstendenz aufweist wenn sie sorgfältig und von erfahrenen Operateuren versorgt wird (Vartiainen and Nuutinen 1993; Emir, Ceylan et al. 2007).

5.3 Diskussion der Hörergebnisse

5.3.1 Diskussion und Literaturvergleich

Die einseitige Hypakusis bei Perforationen des Trommelfells ist ein Symptom, welches den betroffenen Patienten meist im Alltag als störend auffällt und nicht selten den Gang zum Arzt begründet. 80,5% der Patienten unserer Studie gaben bei Aufnahme eine merkliche Schwerhörigkeit an, welche sich durch die gemessene, präoperative, mittlere Schalleitungsschwerhörigkeit von 22 dB auch audiologisch bestätigen lässt. Betrachtet man nun den postoperativen Mittelwert von 10 dB und die daraus folgende durchschnittliche Hörverbesserung um 12 dB, so scheint es offensichtlich, dass die Myringoplastik auch eine das Gehör verbessernde Operation ist.

Sogar bei etwa der Hälfte der Patienten die postoperativ ein Rezidiv entwickelten zeigte sich eine Hörverbesserung. Dennoch ist die Tympanoplastik als hörverbessernde Operation weiterhin Gegenstand von Diskussionen. Was ist Hörverbesserung? Es muss in diesem Zusammenhang erörtert werden, um wie viel Dezibel das ABG gesenkt werden muss, damit eine für den Patienten merkliche Hörverbesserung eintritt. Eine Reduktion des mittleren ABG von 8 auf 2 dB entspricht einer hohen relativen, aber kaum merklichen absoluten Reduktion der Schalleitungskomponente. Hieraus wird auch ersichtlich, aus welchem Grund bei der Hörergebnisdarstellung in der Literatur nicht mit relativen sondern mit absoluten Werten gerechnet wird.

Das sozial bedeutsame Gehör gilt ab einer Reduktion der Luftleitung, also einem ABG, von 30 bis 35 dB im Hauptsprachbereich als eingeschränkt (Smyth and Patterson 1985), was bei unserem Kollektiv präoperativ bei 17% der Patienten der Fall war. Bei einigen Autoren wird Hörverbesserung als der Anteil der Patienten bei dem es zu einer postoperativen Reduktion des ABGs kommt definiert, unabhängig um wie viel dB dieses sinkt. Andere definieren Hörverbesserung als Anzahl der Patienten, deren ABG postoperativ unter 10 dB liegt. Bei

letzterer Definition wird also statistisch eine Reduktion des ABG von beispielsweise 40 auf 15 dB nicht als Hörverbesserung erfasst.

In unserer Studie kam es bei 95% der Patienten zu einer Reduktion des ABGs. 55 % hatten ein postoperatives ABG < 10 dB, wobei sich präoperativ auch schon 5% in dieser Gruppe befanden. Bei diesen 5% war also eine Verbesserung innerhalb dieser Darstellungsmöglichkeit nicht mehr möglich obwohl das ABG sank. Es wird aus vorgenanntem ersichtlich, dass beide Beschreibungsmöglichkeiten Vor- und Nachteile besitzen und es erscheint gleichsam sinnvoll Hörergebnisse auf beide Arten aufzubereiten und zu publizieren.

In einer großen prospektiven Studie von Kotecha erreichen ähnlich wie in unserer Arbeit 52% der Myringoplastik-Patienten durch die Operation ein GAP von 0 – 10 dB (Kotecha, Fowler et al. 1999). Hier wird aber keine Angabe zum Mittelwert der Hörverbesserung gemacht.

Es existieren unterschiedliche Studien, die sich mit dem Verschluss- und dem Hörresultat der Tympanoplastik Typ I beschäftigen. Eine Übersicht über die Ergebnisse einiger Studien, welche sich hinsichtlich der Berechnungsgrundlagen und Transplantatmaterialien für einen Vergleich zu unseren Ergebnissen anbieten gibt Tabelle 5.2.

Autor	Fallzahl	Mittleres Patientenalter (Jahre)	Mittlerer Nachuntersuchungs- Zeitpunkt	Verschlussfolgerfolg	Mittlere Hör- verbesserung	post-OP ABG < 10 dB	Transplantat
Loock (2008)	137	28,5	6 Wochen	86,1%	xxx	xxx	Faszie
Dornhoffer (1997)	20	25	13 Monate	85%	10,2 dB	xxx	Perichondrium
Karela (2008)	167	33	6 Monate	91,5%	14,7 dB	xxx	Faszie
Vartiainen (1993)	404	36	5,5 Jahre	88,1%	xxx	61%	Faszie
Kotecha (1999)	1070	xxx	6. – 12. Monat	82,2%	xxx	52%	Faszie / Perichondrium
Ben Gamra 2008	290	29	2 Jahre	97%	16 dB	16,2%	Faszie
Labatut Pesce (2009)	217	38	12 Monate	82%	~ 12 dB	27%	Faszie / Perichondrium
Gersdorff (1995)	73	36	3 Jahre	71,2%	8 dB	xxx	Faszie
Eigene Ergebnisse (2009)	98	33	9 Monate	84,7%	11,7 dB	55,4%	Faszie / Perichondrium
Eigene Ergebnisse (2009)	98	33	9 Monate	83,3%	15,4 dB	73,3%	Faszie
Eigene Ergebnisse (2009)	98	33	9 Monate	85%	10,9 dB	51,5%	Perichondrium

xxx = Wert nicht angegeben

Tabelle 5.2 Vergleichsergebnisse anderer Studien

Grundsätzlich lässt sich vermerken, dass die Myringoplastik bei nahezu allen Patienten postoperativ zu einer Reduktion des ABGs führt. Nichtsdestotrotz hat nur ein bestimmter Teil der Patienten einen subjektiv wahrnehmbaren audiologischen Benefit. Karela schlussfolgert aus den Ergebnissen seiner Studie (s. Tabelle 5.2) und weitreichender Literaturrecherche, dass die Tympanoplastik unabhängig von Seite oder Größe der Perforation und dem Patientenalter, auch dann dem Patienten angeboten werden kann, wenn das Symptom Schwerhörigkeit als OP-Indikation im Vordergrund steht (Karela, Berry et al. 2008). Kotecha erreichte bei Patienten, die sich vorrangig aufgrund ihrer Schwerhörigkeit operieren ließen, in 67% der Fälle ein postoperatives ABG unterhalb von 10 dB (Kotecha, Fowler et al. 1999).

5.3.2 Faszie versus Perichondrium

Ein Ziel unserer Arbeit war unter anderem der Vergleich der audiologischen Operationsergebnisse von Perichondrium und Temporalisfaszie.

Die Reduktion der mittleren Schalleitungskomponente war für beide Transplantatmaterialien einzeln und damit auch im Gesamtergebnis für die gesamte Studienpopulation statistisch signifikant ($p < 0,001$). Im Vergleich fand sich dann mit 15,4 dB für Faszie und 10,9 dB für Perichondrium eine signifikant stärkere ABG-Reduktion für Temporalisfaszie. Der Wert für Faszie deckt sich gut mit den Ergebnissen anderer Autoren, die mit Faszie operierten (Gamra, Mbarek et al. 2008; Karela, Berry et al. 2008). Das audiologische Ergebnis für Perichondrium ist aufgrund der überraschend schwachen Datenlage zur Tympanoplastik Typ I mit reinem Perichondrium etwas schwieriger zu interpretieren. Zunächst lässt sich feststellen, dass die ABG-Reduktion um 10,9 dB der von anderen Transplantatmaterialien wie Faszie und Knorpel ähnelt (Dornhoffer 2003). Auch in einer Studie von Dornhoffer, die das Ergebnis von Knorpel mit Perichondrium vergleicht, erreicht die Perichondrium-Gruppe ($N = 20$), einen Wert von 10,2 dB ABG-Reduktion (Dornhoffer 1997). Die Knorpel-Gruppe ($N = 22$) erreicht hier mit 14,3 dB einen höheren Wert.

Der Vergleich der Patientengruppen mit einem postoperativen ABG unter 10 dB zeigt in unserer Studie mit 73% für Temporalisfaszie und 51% für Perichondrium ebenfalls einen besseren Wert für Faszie. Hier deckt sich der Wert für Perichondrium eher mit den Ergebnissen der Referenzstudien, während der für Temporalisfaszie als überdurchschnittlich hoch angesehen werden kann (s. Tabelle 5.2 Vergleichsergebnisse anderer Studien). Wie kann man das außerordentlich gute audiologische Ergebnis von Faszie in dieser Studie erklären und das von

Perichondrium bewerten? Erwägbar wäre in diesem Zusammenhang zum einen bessere Schwingungseigenschaften von Muskelfaszie im Gegensatz zu Perichondrium oder aber, dass die mit Faszie operierenden Chirurgen ein höheres Ausbildungsniveau besaßen und zum Beispiel durch bessere Transplantatplatzierung ein besseres audiologisches Operationsresultat erzielten. Gegen letzteres spricht die Auswertung der Operationsergebnisse der einzelnen Operateure (s. Tabelle 4.3). Sie zeigt, dass das Outcome der mit Faszie operierenden Chirurgen sich zumindest was das Verschlussresultat angeht nicht im positiven Sinne von dem der mit Perichondrium operierenden unterscheidet. Alle Operateure waren als Oberärzte erfahrene Operateure und auch die, welche nur wenige Typ I Tympanoplastiken operierten, hatten gute Erfolgsraten. Das bessere audiologische Abschneiden von Faszie ist in dieser Arbeit wohl nicht vom Können einzelner Operateure abhängig, generell deuten allerdings die Ergebnisse anderer Studien darauf hin, dass der Erfolg der Tympanoplastik Typ I mit dem Können und Ausbildungsstand der Operateure korreliert (Emir, Ceylan et al. 2007).

Studien zu den postoperativen Schwingungseigenschaften von Perichondrium und Faszie existieren nicht, jedoch kann man vermuten, dass das Hörergebnis besser ausfällt, je dünner das Transplantatgewebe für den Trommelfellersatz ist. Grund für diese Annahme ist unter anderem eine Studie von Zahnert et al. in der gezeigt wird, dass bei der Verwendung von unterschiedlich dicken Knorpeltransplantaten das Hörergebnis besser ausfällt je dünner man das Transplantat wählt (Zahnert, Huttenbrink et al. 2000). Da Muskelfaszie dünner und fragiler als Perichondrium ist, wäre dies eine Erklärungsmöglichkeit für ihr besseres Abschneiden bei den Hörergebnissen.

Bei Betrachtung von

Tabelle 4.11 und

Tabelle 4.12, die die ABG-Reduktion an den einzelnen Frequenzpunkten darstellen, fällt auf, dass diese für beide Transplantatmaterialien vom Tief- in den Hochtonbereich abfällt. Für Faszie zeigt sich bei 0,25 kHz eine sehr hohe ABG Reduktion von über 21 dB. Im Vergleich hierzu erreicht Perichondrium bei 0,25 kHz nur 16 dB. Bei 0,5 kHz betragen diese Werte 18 beziehungsweise 13 dB. Je höher der betrachtete Frequenzpunkt liegt umso mehr nähern sich die Werte an. Dies ist zwar keine Erklärung für das bessere audiologische Ergebnis von Faszie, es lässt sich jedoch vermerken, dass diese gerade im Tieftonbereich sehr gute und im Vergleich zu Perichondrium bessere Hörresultate erzeugt.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass das audiologische Ergebnis der Tympanoplastik mit Perichondrium zwar nicht besser, wohl aber ebenbürtig dem der anderen Transplantatgewebe wie Knorpel und Faszie ist. Es kommt zwar in unserer Studie zu einem signifikant besseren

Hörergebnis für Faszie, jedoch sind beide Ergebnisse im Kontext der in der Literatur gefundenen Vergleichswerte als im gehobenen Mittelfeld gelegen anzusehen.

5.3.3 Hörergebnisauswertung: Schwierigkeiten und Überlegungen

Die Schwierigkeit bei der Auswertung der Hörergebnisse bestand darin diese in einer Form darzustellen, welche einen Vergleich mit anderen Studien ermöglicht. Die hier verwendeten Guidelines des Committee on Hearing and Equilibrium werden von vielen Autoren benutzt, sind aber streng genommen für die Auswertung von Hörergebnissen nach Operationen mit Kettenmanipulation gedacht. Sie bieten jedoch eine gute und breite Darstellbarkeit und Vergleichbarkeit der Ergebnisse bei allen das Gehör beeinflussenden Eingriffen.

Bei darüber hinausgehenden Überlegungen zur transparenten Darstellung von Hörergebnissen wurde auch in Betracht gezogen nur mit Maximalwerten zu rechnen. Zu der Berechnung des ABG-Mittelwertes für den einzelnen Patienten wird der Mittelwert der bei den für die Auswertung gewählten Frequenzen bestehenden Schalleitungsschwerhörigkeit gebildet. Es gibt nun nicht selten Patienten deren Luft- und Knochenleitungskurve nicht parallel verlaufen, bei denen also ein maximales ABG in einem bestimmten Frequenzbereich besteht. Dies führte zu der Überlegung, nur den Mittelwert dieser ABG-Maxima der Hörkurven für einen Vergleich prä - postoperativ zu verwenden. Es gibt Autoren, die sich diesen Vergleich der Extremwerte zunutze machen und die Hörverbesserung nur an den Stellen beschreiben, an denen auch eine präoperative Schalleitungseinschränkung bestand. In dieser Arbeit wurde auf diese Form der Darstellung verzichtet, da das Ergebnis auch ohne Zuhilfenahme dieser Vergleichsmethode eindeutig ausfiel. Diese Möglichkeit der Ergebnismitteilung ist aber nichtsdestotrotz erwähnenswert und interessant für Studien, in denen Hörergebnisse nicht eindeutig genug ausfallen.

5.4 Limitationen

Es gibt außerordentlich viele Faktoren, die gerade das Langzeitergebnis der Tympanoplastik Typ I zu beeinflussen scheinen. Als drei der wichtigsten sind unbedingt die Funktionalität der Tuba eustachii (Holmquist and Lindeman 1987), der Zustand der pneumatisierten Räume des Mastoids (Prakash 2007) und auch das Rauchen (Uguz, Onal et al. 2008) zu nennen. Bei unserer Datenauswertung wurde zwar versucht Daten zu all diesen Parametern zu erheben, jedoch lagen diese nur bei einem zu geringen Teil unseres Patientengutes vor um fundierte Aussagen tätigen

zu können. In einer prospektiven Studie könnte man gezielt und in standardisierter Form Daten zu diesen Parametern erfassen.

Der Zeitpunkt der letzten Nachuntersuchung ist in unserem Patientengut sehr variabel, was ein Problem darstellt mit dem sich auch viele andere Autoren retrospektiver Studien konfrontiert sahen. Da die Langzeit-Weiterbetreuung meist durch niedergelassene Fachärzte erfolgt, ist es schwer und bisweilen unmöglich an die Audiogramme und Befunde von entlassenen Patienten zu gelangen. Eine standardisierte Auswertung zu definierten Zeitpunkten (z.B. sechs Monate – ein Jahr – zwei Jahre) würde den Studienergebnissen mehr Fundament verleihen.

6 Zusammenfassung

Einleitung: Zur operativen Rekonstruktion des Trommelfells bei chronischen Trommelfellperforationen können verschiedene Transplantatmaterialien genutzt werden. Am häufigsten werden bei primären Eingriffen Perichondrium, Temporalisfaszie oder Knorpel verwendet. Studien zum funktionellen und audiologischen Ergebnis der Tympanoplastik Typ I existieren vorwiegend für Knorpel und Temporalisfaszie jedoch nur in sehr kleiner Zahl für reines Perichondrium ohne anhaftenden Knorpel. An der Charité, Campus Benjamin Franklin wurde überwiegend reines Perichondrium und in wenigen Fällen auch Temporalisfaszie genutzt. Hierauf basierend wurde sowohl eine retrospektive Auswertung der Operationsergebnisse als auch ein Vergleich der Transplantatgewebe miteinander und mit den Ergebnissen anderer Studien vorgenommen.

Methodik: Es erfolgte die retrospektive Auswertung der Daten von 98 zufällig ausgewählten und zwischen 1998 und 2008 primär mit Temporalisfaszie (N=18) oder Perichondrium (N=80) operierten Patienten jeden Alters. Ausgeschlossen wurden Patienten mit Fehlbildungen, Cholesteatom und klinisch bestätigter Tympanosklerose. Das Durchschnittsalter lag bei 33 Jahren, die Geschlechterverteilung belief sich auf 52 weibliche und 46 männliche Patienten und der mittlere Nachuntersuchungszeitpunkt betrug neun Monate.

Die wichtigsten Untersuchungsparameter waren der prä- und postoperative Trommelfellzustand, das prä- und postoperative Hörvermögen und der Einfluss der Größe und des Entstehungsmechanismus (entzündlich, traumatisch, iatrogen) der Perforation.

Bei der Auswertung der Hörergebnisse wurde nach den Richtlinien des Committee on Hearing and Equilibrium der American Academy of Otolaryngology vorgegangen. Zur statistischen

Auswertung wurden der χ^2 -Test, der Mann-Whitney-Test und der studentische T-Test eingesetzt. Es galt ein Signifikanzniveau von 0,05.

Ergebnisse: Ein intaktes Trommelfell hatten postoperativ 84,7% der Patienten. Der Vergleich der Perichondrium- mit der Temporalisfasziengruppe zeigte mit 85% und 83,3% ein nahezu identisches funktionelles Ergebnis für beide Gewebe. Der Entstehungsmechanismus hatte keinen Einfluss auf die postoperative Einheilungsrate und es konnte ebenso kein signifikanter Zusammenhang zwischen Größe des Primärdefektes und dem postoperativen Verschluss Erfolg nachgewiesen werden.

Festgestellt wurde eine postoperative Hörverbesserung von durchschnittlich 10,9 ($\pm 7,2$) dB ABG Reduktion für das gesamte Patientenkollektiv. Temporalisfaszie erreichte mit 15,4 ($\pm 7,1$) dB eine höhere ABG Reduktion als Perichondrium mit 11,7 ($\pm 7,36$) dB. Dieser Unterschied ist im Mann-Whitney-Test signifikant ($p = 0,036$). 55% der Patienten hatten postoperativ ein ABG < 10 dB. Ein Schluss des ABGs auf < 20 dB konnte in 95% der Fälle erreicht werden. Auch in dieser Darstellung erreicht bei Unterscheidung nach Transplantatmaterial Faszie ein besseres Ergebnis als Perichondrium.

Schlussfolgerung: Bezüglich der Verschlussrate stimmen die in dieser Arbeit gewonnenen Daten gut mit denen in der Literatur überein und zeigen, dass reines Perichondrium ebenso gut wie Temporalisfaszie für die Defektdeckung am Trommelfell genutzt werden kann.

Die Verwendung von Faszie führt offenbar zu einem besseren Hörergebnis, jedoch sollten hier Studien zum Langzeiterfolg folgen.

7 Literaturverzeichnis

- Adkins, A. P., Friedman, E. M.** (2005). Surgical indications and outcomes of tympanostomy tube removal. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 69(8): 1047-51.
- Albegger, K., Oberascher, G.** (1992). Acute otitis media. Current therapeutic and clinical aspects. *Wien Med Wochenschr* 142(20-21): 485-92.
- Arnold, W., Ganzer, U.** (1999). Checkliste Hals- Nasen- Ohrenheilkunde. Stuttgart, Thieme.
- Balter, S. E., Dowell S. F.** (2000). Update on acute otitis media. *Curr Opin Infect Dis* 13(2): 165-170.
- 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(8): 748-52.
- Bluestone, C. D.** (1998). Epidemiology and pathogenesis of chronic suppurative otitis media: implications for prevention and treatment. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 42(3): 207-23.
- Bluestone, C. D.** (2005). Eustachian Tube: Structure, Function, Role in Otitis Media. San Diego, B C Decker Inc.
- Boedts, D. Ars, B.** (1977). Histopathological research on eardrum perforations. *Arch Otorhinolaryngol* 215(1): 55-9.
- Buchman, C. A., Swarts, J. D., Seroky, J. T., Panagiotou, N., Hayden, F., Doyle, W. J.** (1995). Otologic and systemic manifestations of experimental influenza A virus infection in the ferret. *Otolaryngol Head Neck Surg* 112(4): 572-8.
- Castagno, L. A., Lavinsky, L.** (2002). Otitis media in children: seasonal changes and socioeconomic level. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 62(2): 129-34.
- Committee on Hearing and Equilibrium** (1995). Guidelines for the evaluation of results of treatment of conductive hearing loss. American Academy of Otolaryngology-Head and Neck Surgery Foundation, Inc. *Otolaryngol Head Neck Surg* 113(3): 186-7
- Dornhoffer, J.** (2003). Cartilage tympanoplasty: indications, techniques, and outcomes in a 1,000-patient series. *Laryngoscope* 113(11): 1844-56.
- Dornhoffer, J. L.** (1997). Hearing results with cartilage tympanoplasty. *Laryngoscope* 107(8): 1094-9.
- Emir, H., Ceylan, K., Kizilkaya, Z., Gocmen, H., Uzunkulaoglu, H., Samim, E.** (2007). Success is a matter of experience: type 1 tympanoplasty: influencing factors on type 1 tympanoplasty. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 264(6): 595-9.

- Fagan, P., Patel, N.** (2002). A hole in the drum. An overview of tympanic membrane perforations. *Aust Fam Physician* 31(8): 707-10.
- Gamra, O. B., Mbarek, C., Khammassi, K., Methlouthi, N., Ouni, H., Hariga, I., Zribi, S., Koubaa, J., El Khedim, A.** (2008). Cartilage graft in type I tympanoplasty: audiological and otological outcome. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 265(7): 739-42.
- Gates, G. A., Avery, C. A., Cooper, J. C., Prihoda, T. J.** (1989). Chronic secretory otitis media: effects of surgical management. *Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl* 138: 2-32.
- Gersdorff, M., Garin, P., Decat, M., Juantegui, M.** (1995). Myringoplasty: long-term results in adults and children. *Am J Otol* 16(4): 532-5.
- Gladstone, H. B., Jackler, R. K., Varav, K.** (1995). Tympanic membrane wound healing. An overview. *Otolaryngol Clin North Am* 28(5): 913-32.
- Goldenberg, R. A., Berliner, K. I.** (1995). Reporting operative hearing results: does choice of outcome measure make a difference? *Am J Otol* 16(2): 128-35.
- Golz, A., Netzer, A., Joachims, H. Z., Westerman, S. T., Gilbert, L. M.** (1999). Ventilation tubes and persisting tympanic membrane perforations. *Otolaryngol Head Neck Surg* 120(4): 524-7.
- Grant, J. R., Arganbright, J., Friedland, D. R.** (2008). Outcomes for conservative management of traumatic conductive hearing loss. *Otol Neurotol* 29(3): 344-9.
- Grimmer, J. F., Poe, D. S.** (2005). Update on eustachian tube dysfunction and the patulous eustachian tube. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg* 13(5): 277-82.
- Gudziol, V., Mann, W. J.** (2006). Chronic eustachian tube dysfunction and its sequelae in adult patients with cleft lip and palate. *HNO* 54(9): 684-8.
- Halik, J. J., Smyth G. D.** (1988). Long-term results of tympanic membrane repair. *Otolaryngol Head Neck Surg* 98(2): 162-9.
- Heermann, J.** (1978). Auricular cartilage palisade tympano-, epitympano-, antrum- and mastoid-plasties. *Clin Otolaryngol Allied Sci* 3(4): 443-6.
- Helwig, H.** (2000). Diagnostik und Therapie der akuten Otitis media. *Aktueller Wissensstand. PädiatPrax* 58: 259-74.
- Holmquist, J., Lindeman P.** (1987). Eustachian tube function and healing after myringoplasty. *Otolaryngol Head Neck Surg* 96(1): 80-2.
- Iwaki, E., Saito, T., Tsuda, G., Sugimoto, C., Kimura, Y., Takahashi, N., Fujita, K., Sunaga, H., Saito, H.** (1998). Timing for removal of tympanic ventilation tube in children. *Auris Nasus Larynx* 25(4): 361-8.

- Kaftan, H., Noack, M., Friedrich, N., Volzke, H., Hosemann, W.** (2008). Prevalence of chronic tympanic membrane perforation in the adult population. *HNO* 56(2): 145-50.
- Karela, M., Berry, S., Watkins, A., Phillipps, J. J.** (2008). Myringoplasty: surgical outcomes and hearing improvement: is it worth performing to improve hearing? *Eur Arch Otorhinolaryngol* 265(9): 1039-42.
- Knutsson, J., Unge, M.** (2008). Five-year results for use of single-flanged tympanostomy tubes in children. *J Laryngol Otol* 122(6): 584-9.
- Kotecha, B., Fowler, S., Topham, J.** (1999). Myringoplasty: a prospective audit study. *Clin Otolaryngol Allied Sci* 24(2): 126-9.
- Kristensen, S.** (1992). Spontaneous healing of traumatic tympanic membrane perforations in man: a century of experience. *J Laryngol Otol* 106(12): 1037-50.
- Labatut Pesce, T., Sierra Granon, C., Mora Rivas, E., Cobeta Marco, I.** (2009). Primary myringoplasties. Results after a 2 year follow-up period. *Acta Otorrinolaringol Esp* 60(2): 79-83.
- Lasisi, A. O., Olaniyan, F. A., Muibi, S. A., Azeez, I. A., Abdulwasiu, K. G., Lasisi, T. J., Imam, Z. O., Yekinni, T. O., Olayemi, O.** (2007). Clinical and demographic risk factors associated with chronic suppurative otitis media. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 71(10): 1549-54.
- Lee, P., Kelly, G., Mills, R. P.** (2002). Myringoplasty: does the size of the perforation matter? *Clin Otolaryngol Allied Sci* 27(5): 331-4.
- Lentsch, E. J., Goudy, S., Ganzel, T. M., Goldman, J. L., Nissen, A. J.** (2000). Rate of Persistent perforation after elective tympanostomy tube removal in pediatric patients. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 54(2-3): 143-8.
- Loock, J. W. Naude, N.** (2008). A randomised controlled trial comparing fresh, dried, and dried-then-rehydrated temporalis fascia in myringoplasty. *Clin Otolaryngol* 33(2): 97-101.
- Makino, K., Amatsu, M., Kinishi, M., Mohri, M.** (1990). Epithelial migration in the healing process of tympanic membrane perforations. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 247(6): 352-5.
- McIntire, C., Benitez J. T.** (1970). Spontaneous repair of the tympanic membrane. Histopathological studies in the cat. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 79(6): 1129-31.
- Mertens, J., Bubmann, M., Reker, U.** (1991). Welding spark injuries of the ear. Observations of personal case material. *Laryngorhinootologie* 70(8): 405-8.

- Milewski, C., Giannakopoulos, N., Muller, J., Schon, F.** (1996). Tragus perichondrium-cartilage island transplant in middle ear surgery. Method and results after 5 years. *HNO* 44(5): 235-41.
- Mirza, S., Richardson, H.** (2005). Otic barotrauma from air travel. *J Laryngol Otol* 119(5): 366-70.
- Monsell, E. M.** (1995). New and revised reporting guidelines from the Committee on Hearing and Equilibrium. American Academy of Otolaryngology-Head and Neck Surgery Foundation, Inc. *Otolaryngol Head Neck Surg* 113(3): 176-8.
- Nageris, B. I., Attias, J., Shemesh, R.** (2008). Otologic and audiologic lesions due to blast injury. *J Basic Clin Physiol Pharmacol* 19(3-4): 185-91.
- Pichichero, M. E., Casey, J. R., Hoberman, A., Schwartz, R.** (2008). Pathogens causing recurrent and difficult-to-treat acute otitis media, 2003-2006. *Clin Pediatr (Phila)* 47(9): 901-6.
- Plafki, C., Peters, P., Almeling, M., Welslau, W., Busch, R.** (2000). Complications and side effects of hyperbaric oxygen therapy. *Aviat Space Environ Med* 71(2): 119-24.
- Prakash, M., Nishi, S., Naveent, M.** (2007). Prospective study of 100 cases of underlay tympanoplasty with superiorly based circumferential flap for subtotal perforations. *Springer India* 59(3): 225-228.
- Probst, R., Grevers, G., Iro, H.** (2004). *Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde*. Stuttgart, New York, Thieme.
- Salata, J. A., Derkay, C. S.** (1996). Water precautions in children with tympanostomy tubes. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 122(3): 276-80.
- Sarkar, S., Roychoudhury, A., Roychaudhuri, B. K.** (2009). Tympanoplasty in children. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 266(5): 627-33.
- Sente, M., Sente, R., Puleva, K., Milekic, N. K.** (2001). Allergic rhinitis as a possible etiologic cause eustachian tube dysfunction. *Med Pregl* 54(3-4): 166-71.
- Sheehy, J. L., Glasscock, M. E.** (1967). Tympanic membrane grafting with temporalis fascia. *Arch Otolaryngol* 86(4): 391-402.
- Smyth, G. D., Patterson, C. C.** (1985). Results of middle ear reconstruction: do patients and surgeons agree? *Am J Otol* 6(3): 276-9.
- Spandow, O., Hellstrom, S., Dahlstrom, M.** (1996). Structural characterization of persistent tympanic membrane perforations in man. *Laryngoscope* 106(3 Pt 1): 346-52.
- Spremo, S., Markic, Z.** (1998). Clinical importance of tympanometry in the diagnosis of chronic secretory otitis. *Srp Arh Celok Lek* 126(7-8): 242-7.

- Stenfeldt, K., Johansson, C., Hellstrom, S.** (2006). The collagen structure of the tympanic membrane: collagen types I, II, and III in the healthy tympanic membrane, during healing of a perforation, and during infection. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 132(3): 293-8.
- Stenfors, L. E., Carlsoo, B., Salen, B., Winblad, B.** (1980). Repair of experimental tympanic membrane perforations. *Acta Otolaryngol* 90(5-6): 332-41.
- Strachan, D., Hope, G., Hussain, M.** (1996). Long-term follow-up of children inserted with T-tubes as a primary procedure for otitis media with effusion. *Clin Otolaryngol Allied Sci* 21(6): 537-41.
- Strasser, G. M., Schratzenstaller, B.** (2008). Myringoplasty with Autologous Mucosa-graft. *Laryngorhinootologie* 87(2): 93-5.
- Strutz, J., Mann, W.** (2001). *Praxis der HNO-Heilkunde, Kopf-Halschirurgie*. Stuttgart, New York, Thieme.
- Sui, X., Li, Q., Wang, Y.** (1996). Mastoid pneumatization and secretory otitis media. *Zhonghua Er Bi Yan Hou Ke Za Zhi* 31(6): 331-3.
- Teele, D. W., Klein, J. O., Rosner, B.** (1989). Epidemiology of otitis media during the first seven years of life in children in greater Boston: a prospective, cohort study. *J Infect Dis* 160(1): 83-94.
- Togo, T., Utani, A., Naitoh, M., Ohta, M., Tsuji, Y., Morikawa, N., Nakamura, M., Suzuki, S.** (2006). Identification of cartilage progenitor cells in the adult ear perichondrium: utilization for cartilage reconstruction. *Lab Invest* 86(5): 445-57.
- Uguz, M. Z., Onal, K., Kazikdas, K. C. Onal, A.** (2008). The influence of smoking on success of tympanoplasty measured by serum cotinine analysis. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 265(5): 513-6.
- Vartiainen, E., Nuutinen J.** (1993). Success and pitfalls in myringoplasty: follow-up study of 404 cases. *Am J Otol* 14(3): 301-5.
- Vesa, S., Kleemola, M., Blomqvist, S., Takala, A., Kilpi, T., Hovi, T.** (2001). Epidemiology of documented viral respiratory infections and acute otitis media in a cohort of children followed from two to twenty-four months of age. *Pediatr Infect Dis J* 20(6): 574-81.
- Vlastarakos, P. V., Nikolopoulos, T. P. Korres, S., Tavoulari, E., Tzagaroulakis, A., Ferekidis, E.** (2007). Grommets in otitis media with effusion: the most frequent operation in children. But is it associated with significant complications? *Eur J Pediatr* 166(5): 385-91.
- Webb, B. D., Chang, C. Y.** (2008). Efficacy of tympanoplasty without mastoidectomy for chronic suppurative otitis media. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 134(11): 1155-8.

- Wullstein, H.** (1955). Technic and results of tympanoplasty. *Ann Otolaryngol Chir Cervicofac* 72(10): 764-81.
- Yuasa, Y., Yuasa, R.** (2008). Postoperative results of simple underlay myringoplasty in better hearing ears. *Acta Otolaryngol* 128(2): 139-43.
- Zahnert, T., Huttenbrink, K. B., Murbe, D., Bornitz, M.** (2000). "Experimental investigations of the use of cartilage in tympanic membrane reconstruction." *Am J Otol* 21(3): 322-8.
- Zielnik-Jurkiewicz, B., Olszewska-Sosinska, O., Rakowska, M.** (2006). Results of treatment with tympanostomy tubes in children with otitis media with effusion. *Otolaryngol Pol* 60(2): 181-5.

Ehrenwörtliche Erklärung

„Ich, Jonas Harder, erkläre, dass ich die vorgelegte Dissertation mit dem Thema: [Funktionelles und audiologisches Ergebnis der Tympanoplastik Typ I mit Perichondrium und Muskelfaszie] selbst verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt, ohne die (unzulässige) Hilfe Dritter verfasst und auch in Teilen keine Kopien anderer Arbeiten dargestellt habe.“

05.08.2010

Datum

Unterschrift

Mein Lebenslauf wird aus datenschutzrechtlichen Gründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht veröffentlicht.