

Aus der Klinik und Poliklinik für Hals- Nasen- und Ohrenkranke
der Universität Würzburg
Direktor: Professor Dr. med. J. Helms

Höregebnisse nach transtemporaler Resektion von Akustikusneurinomen

Inaugural – Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der
Medizinischen Fakultät
der
Bayerischen Julius-Maximilians-Universität zu Würzburg
vorgelegt von

Tobias Eckert
aus **Illerkirchberg**

Würzburg, September 2004

Referent: Priv.-Doz. Dr. med. K. Schwager

Koreferent: Prof. Dr. med. J. Helms

Dekan: Prof. Dr. med. S. Silbernagl

Tag der mündlichen Prüfung: 25.01.2005

Der Promovend ist Zahnarzt

Meinen Eltern gewidmet

Gliederung

<u>1. Einleitung</u>	1
<u>2. Allgemeiner Teil</u>	4
2.1 <u>Anatomie</u>	4
2.1.1 Der Kleinhirnbrückenwinkel	4
2.1.2 Der Nervus cochlearis	5
2.1.3 Der Vestibularapparat und der Nervus vestibularis	6
2.1.4 Der innere Gehörgang	7
2.2 <u>Das Akustikusneurinom</u>	8
2.2.1 Symptome – klinisches Bild	8
2.2.2 Anamnese	9
2.2.3 Epidemiologie	10
2.2.4 Histologie und Pathologie	11
2.2.5 Bildgebende Verfahren	12
2.2.5.1 Röntgen	13
2.2.5.2 Computertomographie	14
2.2.5.3 Magnetresonanztomographie	14
2.2.6 Raumforderungen im inneren Gehörgang in ihrer Differential- diagnose	16
2.2.7 Therapie	17
2.2.7.1 Operationstechniken	17
2.2.7.2 Sonstige Behandlungsmöglichkeiten	19
2.3 <u>Beeinflussung des Hörvermögens</u>	21
2.3.1 Spezielle Symptomatik	21
2.3.1.1 Die Reintonaudiometrie	22
2.3.1.2 Die Sprachaudiometrie	23
2.3.2 Klassifizierungsmöglichkeiten des Hörvermögens	25
<u>3. Material und Methode</u>	28

<u>4. Ergebnisse</u>	30
4.1	Alter der Patienten zum Zeitpunkt der Operation 30
4.2	Subjektive Beschwerdesymptomatik - präoperativ 31
4.3	Histologie 34
4.4	Ausdehnung und Lage des Tumors 34
4.4.1	Tumorgrösse 34
4.4.2	Tumorlage 36
4.5	Besonderheiten bei der Tumorresektion 37
4.6	Tonschwellenaudiometrie aller operierten Patienten 38
4.6.1	Präoperativ 38
4.6.2	Postoperativ (0-3 Monate) 41
4.6.3	Vergleiche 44
4.6.3.1	Vergleich der Messreihen präoperativ und 0-3 Monate postoperativ 44
4.6.3.2	Vergleich der Messreihen 0-3 Monate postoperativ und > 1 Jahr postoperativ 45
4.6.3.3	Vergleich der Messreihen präoperativ und > 1 Jahr postoperativ 46
4.6.3.4	Verlauf 47
4.7	Audiogramm der Patienten mit rein intrameatalen Tumoren 49
4.7.1	Präoperativ 49
4.7.2	Postoperativ 50
4.7.3	Vergleich 51
4.8	Tonschwellenaudiometrie bei Tumoren mit extrameatalem Anteil ... 52
4.8.1	Präoperativ 52
4.8.2	Postoperativ 52
4.9	Tonschwellenaudiometrie in Abhängigkeit der Tumorgrösse 54
4.10	Sprachaudiometrie 59
<u>5. Diskussion</u>	63
<u>6. Zusammenfassung</u>	84
<u>7. Anhang</u>	87
<u>8. Literaturverzeichnis</u>	91

1. Einleitung

Wer die erste Operation eines diagnostizierten Hirntumors durchgeführt hat, ist den Angaben der Literatur nicht eindeutig zu entnehmen. Im Allgemeinen wird dies Godlee für das Jahr 1884 zugeschrieben. Mc Ewen jedoch hatte bereits 1879 aufgrund klinischer Symptome eine Läsion im hinteren Teil des linken Frontallappens diagnostiziert, dort einen Tumor entdeckt und diesen erfolgreich entfernt. Dabei handelte es sich, den Beschreibungen zufolge, um ein Meningeom. Mit seinem Werk „The pyogenic diseases of the brain“, legte er den Grundstein der heutigen Neurochirurgie, die als aufblühende Wissenschaft in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts vor allem durch die Zusammenarbeit von Neurologen und dem Neurochirurgen Sir Victor Horsley ihren Anfang nahm und dann in den Vereinigten Staaten durch die Wissenschaftler Harvey Cushing und Percival Bailey weiter gepflegt wurde.

Die Veröffentlichungen aus der Zeit um die vorletzte Jahrhundertwende verleiteten zunächst zu einem übertriebenen Optimismus, was die Erfolgsquote der operativen Therapie von Hirntumoren betraf. Erst größere Statistiken von einzelnen Kliniken ließen diesen Optimismus ins Gegenteil umschlagen.

Aus den von Tooth (1913) vorgelegten Zahlen des National Hospital in London ging hervor, dass die Mortalitätsrate der durch eine Operation makroskopisch verifizierten Tumore ungefähr 60 % betrug. Auch eine in demselben Jahr von Eiselsberg vorgelegte Statistik zeigt ähnliche Ergebnisse.

Die hohe perioperative und postoperative Sterblichkeitsrate veranlasste die Neurochirurgen, die operative Therapie hinauszuzögern.

In seinen Schlussfolgerungen bemerkte Tooth, dass die chirurgische Technik zwingend verbessert werden müsse, ein Schluss, zu dem auch Henschen (1912) bereits gekommen war.

Im Jahr 1900 erweckte Sternberg in seinen „Beiträgen zur Kenntnis der sogenannten Geschwülste des Nervus acusticus“ das wissenschaftliche Interesse für die Tumore und die Operationsweise des Kleinhirnbrückenwinkels. Er untersuchte Patienten mit Akustikusneurinomen und lieferte eine erste Zusammenstellung seiner Ergebnisse.

Mit der Arbeit von Cushing (1917) begann eine neue Epoche der Hirnchirurgie. Er revolutionierte sie nicht nur auf technischer Ebene, sondern setzte sich auch dafür ein, dass der Operateur selbst neurologische Diagnosen stellte. Seine 1917 erschienene Monographie über die Tumore des N. acusticus war ein Meilenstein in der Behandlung dieser Erkrankung.

1952 untersuchte Lundborg 300 Patienten, die an Akustikusneurinomen litten, und Graf aus Zürich veröffentlichte seine Arbeit „Die Kleinhirnbrückenwinkelgeschwülste“.

Auch aus der Sicht der Hals-, Nasen- und Ohrenärzte gab es wegweisende Erfolge.

1904 schlug Panse den transtemporalen Weg zur Exstirpation eines

Akustikusneurinoms vor. Kurze und Doyle (1962) und House und Mitarbeiter (1964,

1966, 1968) entwickelten in Kalifornien moderne chirurgische Techniken für den

transtemporalen und translabyrinthären Zugang zum Kleinhirnbrückenwinkel. So

verwendeten z.B. Kurze und Doyle (1962) als erste ein Operationsmikroskop. Inspiriert wurden sie durch seine Verwendung in der Ohr-Chirurgie durch Shambaugh (1959).

Die von House 1964 und 1968 erschienenen Monographien „Trans-Temporal Bone Microsurgical Removal of Acoustic Neuromas“ sind wegweisend für die Diagnostik und mikrochirurgische Behandlung der Tumore im Bereich des VIII. Hirnnerven.

Sachs (1965) bezeichnete sowohl die Verwendung des Operationsmikroskopes als auch die Trepanation mittels schnellrotierenden, diamantierten zahnärztlichen Bohrern bei der Operation als eine wesentliche Verfeinerung der durch Dandy (1945) und Poppers (1960) beschriebenen Techniken, womit der Behandler in die Lage versetzt wurde, auch intrameatal gelegene Tumore entfernen zu können.

Umfassende Ergebnisse der Akustikusneurinomchirurgie in deutschsprachiger Literatur erfolgten von Helms (1985, 1988) und Wigand (1981, 1982, 1985, 1987).

Der Fortschritt hat aber nicht nur in die Operationstechnik, sondern auch in die Diagnostik Einzug gehalten.

So ist es heute möglich, einen Kleinhirnbrückenwinkeltumor auch ohne

Hirndrucksymptome oder eine deutliche Erhöhung des Eiweißgehaltes im Liquor

nachzuweisen. Daher werden Akustikusneurinome meist bereits im Frühstadium erkannt, dies dank differenzierter neurootologischer Untersuchungen und neuerer radiologischer Verfahren.

Die Mortalität bei diesen Operationen ist im Laufe des letzten Jahrhunderts drastisch gesunken. Heute kann die Funktion der Gesichtsnerven und - je nach Größe des Tumors – auch der Hörnerv häufig erhalten werden, was für die postoperative Lebensqualität des Patienten eine große Rolle spielt.

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit den Ergebnissen der auf transtemporalem Weg durchgeführten Akustikusneurinomchirurgie an der Hals-Nasen-Ohrenklinik der Universität Würzburg in den Jahren 1989 bis 2000. Es sollen präoperative und postoperative Daten miteinander verglichen und die Frage beantwortet werden, ob sich eine Beziehung von Hörbefund und Tumorgröße herstellen lässt.

2. Allgemeiner Teil

2.1 Anatomie

2.1.1 Der Kleinhirnbrückenwinkel

Der Angulus pontocerebellaris, der Kleinhirnbrückenwinkel, ist der von cranial durch Brücke (Pons) und Brückenarm, von kaudal durch die Tonsilla cerebelli des Kleinhirns begrenzte Winkel seitlich der Medulla oblongata über dem rostralen Olivenende. Hier befindet sich die Austrittsstelle der Hirnnerven VII (N. facialis), VIII (N. vestibulo-cochlearis) und die des N. intermedius. Diese Nerven werden von den Aa. labyrinthi versorgt und liegen in enger Nachbarschaft zu den Hirnnerven IX, X und XI (Lang 1979). Der Hauptteil des venösen Blutabflusses des Gehirns ist durch die Sinus durae matris gewährleistet, die von der weichen Hirnhaut (Pia mater) und der harten Hirnhaut (Dura mater) ausgekleidet sind.

Die Dura mater besteht aus derbem, kollagenem Bindegewebe und bekleidet als Periostr den Knochen. Sie ist im Schädel mit dem Endosteum verwachsen und dient dem mechanischen Schutz. Die Arachnoidea bildet mit der Pia mater zusammen die weiche Hirnhaut und überzieht Gehirn und Rückenmark ohne Einsenkungen. Zwischen diesen beiden Hirnhäuten befindet sich der liquorgefüllte Subarachnoidalraum.

Alle äußeren Oberflächen des ZNS, einschließlich der Furchen, werden von der Pia mater umkleidet. Sie besteht aus lockerem Bindegewebe und führt oberflächliche Blutgefäße des Gehirns und des Rückenmarks. Im Kleinhirnbrückenwinkel liegen 7,5% aller neurogenen Tumore (Zülch 1956).

2.1.2 Der Nervus cochlearis

Von den Haarzellen des Innenohrs dienen nur die des Cortischen Organs in der Schnecke dem Hören. Die hier lokalisierten inneren und äußeren Haarzellen und auch die Pfeilerzellen liegen der Lamina basilaris auf und werden von der Membrana tectoria bedeckt. Die Schwingungen des Endolymphschlauches verursachen eine Verschiebung der Tektorialmembran gegenüber der Basiliarmembran. Die Relativbewegung der

beiden Membranen gegeneinander führt zu einem Abscheren der in jeder Haarzelle zu findenden etwa 100 Stereozilien, die in sehr engem Kontakt zur Tectorialmembran stehen. Dieses Abscheren der Zilien stellt den adäquaten Reiz für die Haarzellen dar und löst durch mechanoelektrische Transduktion deren Erregung aus.

Diese Reize werden in das aus bipolaren Nervenzellen bestehende Ganglion spirale weitergeleitet, das sich in Form eines Zellbandes dem spiraligen Verlauf der Cochlea anpasst.

In zentraler Richtung bilden die Fortsätze kleine Bündel, die sich zum Tractus spiralis foraminosus formieren und sich am Boden des Meatus acusticus internus zum N. cochlearis vereinigen. In eine Bindegewebshülle eingebettet, zieht dieser zusammen mit dem N. vestibularis durch den Meatus acusticus internus in die Kleinhirnbrückenwinkelregion.

Der Hauptanteil der Fasern des N. cochlearis teilt sich. Ein Anteil zieht zum dorsalen, der andere zum ventralen Cochleariskern. Als gesichert gilt, dass das Corpus geniculatum mediale als Synapsenzone der weiteren supranukleären Bahnen angesehen werden kann.

Die aus dem dorsalen Kern stammenden Neuriten verlaufen als Striae medullares am Boden der Rautengrube entlang und enden auf der contralateralen Seite im oberen Olivenkomplex. Von hier bestehen weitere Verbindungen zur Vermis und zu den Colliculi inferiores.

Die Fasern des ventralen Kerns enden ebenfalls im contralateralen oberen Olivenkomplex. Hierzu gehören die Olivaria superior mit den akzessorischen Olivenkernen, die präolivaren Kerngruppen und der Trapezkörper.

Im Olivenkomplex zusammengeführt, ziehen die aus beiden Kernen stammenden Fasern des N. cochlearis im Lemniscus lateralis um die Kleinhirnstiele herum und enden im Corpus geniculatum medialis. Nach der Umschaltung an Synapsen beginnt hier das letzte Neuron, um als Hörstrahlung in die primäre Hörrinde zu ziehen (Heschl'sche Querwindung). Verbindungen zur sekundären und tertiären Hörrinde bestehen.

Die als „Rasmussenbündel“ bekannte, efferente Bahn verläuft vom oberen Olivenkern in die Hörschnecke zu den Haarzellen des Cortischen Organs.

2.1.3 Der Vestibularapparat und der Nervus vestibularis

Prinzipiell lässt sich der Vestibularapparat des Innenohrs aufgrund seiner Rezeptoren in zwei unterschiedliche Funktionssysteme aufteilen, die drei senkrecht aufeinanderstehenden häutigen Bogengänge einerseits und Utriculus und Sacculus andererseits.

Die Rezeptoren der Bogengänge befinden sich jeweils in dem am Übergang zum Vestibulum erweiterten Bereich, den Ampullae membranaceae. Hierin ist eine quergestellte, kammartige Erhebung, die Crista ampullaris, als Sinnesepithel lokalisiert. Sie trägt an ihrer Oberfläche Stütz-, Sinnes- und Pseudosinneszellen. Die Sinneszellen besitzen 30 – 40 µm lange Haare, die in die Cupula, einem nicht zellulären, gallertartigen Aufsatz, hineinragen. Die Cupula ist durch einen flüssigkeitsgefüllten Gleitspalt von der epithelialen Crista getrennt und kann den Bewegungen der Endolymphe folgen: Die Rezeptoren der Bogengänge reagieren daher auf anguläre Acceleration oder Deceleration, wie z.B. Bewegungen des Kopfes in den drei Raumbenen. Aufgrund der Massenträgheit der in den Bogengängen befindlichen Endolymphe werden die Cupula und damit alle Cilien in die der Bewegung entgegengesetzten Richtung ausgelenkt. Dies geschieht jedoch nur bei Geschwindigkeitsänderungen, bei positiven oder negativen Beschleunigungen. Eine Erfassung des Umfelds und der auf den Organismus selbst bezogenen Informationen, die in ein dreidimensionales Raum-Koordinatensystem projiziert werden, ist erst durch das Zusammenspiel mehrerer Sinnesorgane möglich. So wird immer das Schwerlot als Bezugsgröße bei der Verarbeitung vestibulärer Afferenzen benötigt. Absolute Raumkoordinaten können deshalb außerhalb des Gravitationsfeldes der Erde nicht ermittelt werden.

Die Schwerkraft stellt auch den adäquaten Reiz für das Funktionssystem von Sacculus und Utriculus dar. Diese, durch den Ductus utriculosaccularis verbundenen Räume, sind an der Wand des Vestibulums lokalisiert und werden von Perilymphe umspült. Sacculus und Utriculus besitzen als Sinnesfeld je eine Macula, die im Sacculus vertikal und im Utriculus horizontal zur Schädelbasis eingestellt ist. Auch sie enthalten Sinnesepithel mit Stützzellen, in die sehr viel kürzere Sinneszellen eingelagert sind. Die Härchen der Sinneszellen tauchen in eine gallertartige Membran ein, die mit relativ schweren

Kalzitkristallen angereichert ist. Diese verschieben bei wechselnden Ruhestellungen des Kopfes aufgrund der Richtungsänderung der Erdanziehung die Statolithenmembran mit den Zilien. So wird durch die Schwerkraft ein konsequenter Druck auf die Sinneshaare ausgeübt, gegenüber Drehbeschleunigungen sind sie unempfindlich.

Die Sinnesendstellen der Statolithen und der Bogengänge sind über die beiden Vestibularisäste in typischer Weise verbunden.

Aus der Ampulle des oberen und des lateralen Bogenganges sowie aus der Macula utriculi bezieht der Ramus superior N. vestibularis seine Fasern. Die Ampulle des hinteren Bogenganges wird gemeinsam mit der Macula sacculi durch den Ramus inferior N. vestibularis versorgt. Das Ganglion vestibulare besteht aus bipolaren Ganglienzellen, die am Boden des inneren Gehörganges zu finden sind, wobei das erste Neuron der Vestibularisbahn Ruheaktivität zeigt.

Nach zentral gefolgt, führt der N. vestibularis zum seitlichen Anteil der Rautengrube, wo er seinen vier Ursprungskernen entstammt. Die in diesen Endkernen entspringenden zweiten Neurone schicken ihre Impulse sowohl zum Urkleinhirn, als auch in die Haubenregion. Zum Urkleinhirn werden auch einige Fasern des N. vestibularis ohne Umschaltung abgegeben, von wo sie entweder die Formatio reticularis oder den Fasciculus longitudinalis medialis bzw. den Tractus vestibulospinalis erreichen.

2.1.4 Der innere Gehörgang

Der Meatus acusticus internus (innere Gehörgang) liegt im Felsenbein und reicht vom Porus acusticus internus bis zum Fundus meatus; in ihm verlaufen der N. facialis, der N. vestibulocochlearis und die Blutgefäße des Labyrinths.

Die Durchschnittswerte von Porus- und Meatushöhe liegen im Bereich zwischen 4 und 5 mm (Graf 1955), während Durchmesser und Form variabel sind.

2.2 Das Akustikusneurinom

In der Regel entstehen Akustikusneurinome unilateral. Die Tumore liegen der Schädelbasis auf. Nach vorne stoßen sie in Richtung Felsenbein, nach oben zum Tentorium vor. Es können die Brücke und das benachbarte Kleinhirn verdrängt werden. Selten wachsen Akustikusneurinome auf die Medulla oblongata zu. Nur sehr große Tumore bergen die Gefahr, durch das Tentorium in den supratentoriellen Raum einzudringen. Das Foramen magnum ist nur in äußerst seltenen Fällen davon bedroht, vom Tumor involviert zu werden.

Das Akustikusneurinom oder Vestibularisschwannom ist ein in der Regel langsam wachsender, gutartiger Tumor, der in 90 % der Fälle aus den Schwann-Zellen des vestibulären Nervenanteils des VIII. Hirnnerven in der Nähe des Ganglion Scarpa im inneren Gehörgang hervorgeht (Regli 1978, Skinner 1929). Bei 10% der Patienten geht der Tumor aus dem cochleären Anteil des N. vestibulocochlearis hervor oder entsteht intralabyrinthär. Er entwickelt sich selten primär im Kleinhirnbrückenwinkel (Regli 1978).

Das bilaterale Auftreten findet sich nach Hughes et al. (1982) bei 3 % aller Patienten mit Akustikusneurinomen. Dann handelt es sich um eine geno- und phänotypisch eigenständige Form der Neurofibromatose, dem Typ II. Die für die Neurofibromatose Typ I charakteristischen Symptome wie café au lait Flecken, subkutane Fibrome, plexiforme Geschehen etc. fehlen.

Die Neurofibromatose Typ I kann sich in seltenen Fällen auch durch ein einseitiges Akustikusneurinom in Kombination mit anderen Tumoren des Gehirns oder des Spinalkanals äußern. Beim beidseitigen Akustikusneurinom der Neurofibromatose II ist die Vestibularisfunktion beidseits ausgefallen, weshalb die Patienten in nur geringerem Maße über eine Schwindelsymptomatik, verstärkt aber über eine Ataxie klagen (Hughes et al. 1982).

2.2.1 Symptome – klinisches Bild

Anamnestisch lassen typische Symptome auf ein Akustikusneurinom schließen. Häufige Hinweise sind die einseitige Hörstörung, die sich als Hörverlust oder Dysakusis äußert,

Störungen des Vestibularsystems und Tinnitus.

Im Falle eines Hörverlustes geben die Patienten diesen als sich steigend und / oder plötzlich einsetzend und / oder fluktuierend an (Pensak et al. 1986). Es werden auch Akustikusneurinome beschrieben ohne jegliche Beeinträchtigung des Hörvermögens und solche mit fluktuierendem Hörverlust sowie mit einer zeitweilig völligen Erholung des Hörvermögens (Graf 1955). Ein allmählich zunehmender Hörverlust wird eher den mittleren und großen Akustikusneurinomen zugeschrieben, während der plötzliche Hörverlust besonders kleine Tumore charakterisieren soll (Wigand et al. 1985).

Ein weiteres Frühsymptom ist die Störung des vestibulären Systems bei Akustikusneurinomen. Neben Dreh- und Schwankschwindel werden in der Literatur über Gangunsicherheiten und Liftsensationen berichtet. Adiadochokinese, Muskelhypotonie, Gangabweichung zur befallenen Seite und auch Abduzenslähmungen, Pyramidenbahnzeichen, Reflexsteigerung auf der Gegenseite werden besonders bei großen und sehr großen Tumoren gesehen. Akuter Schwindel oder Gleichgewichtsstörungen sind seltener.

Die Häufigkeit eines präoperativen Tinnitus wird in einer Studie von Sasaki et al. (2003) mit einer Häufigkeit von 73,2% angegeben.

Der beim Akustikusneurinom als Dauerton oder intermittierend auftretende Tinnitus, betrifft einseitig das erkrankte Ohr und wird als störend oder nicht störend wahrgenommen.

2.2.2 Anamnese

Die Erstsymptome eines Akustikusneurinoms sind klassisch:

Bei 80 % der Patienten mit einem Akustikusneurinom tritt zuerst eine Gehörabnahme auf. Diese schreitet schleichend fort, weshalb diese einseitige Hörminderung vom Patienten erst zu einem späteren Zeitpunkt wahrgenommen wird. Es kommt nur in seltenen Fällen zu einer akut einsetzenden Schwerhörigkeit. In einem fortgeschrittenen Stadium der Erkrankung stagniert das Hörvermögen meist. Ein Fehlen der Gehör-

beeinträchtigung kann bei audiometrischer Prüfung höchstens bei 1-5 % aller Patienten festgestellt werden (Regli 1978).

Meist veranlasst erst das Auftreten von Schwindel und / oder Tinnitus den Patienten, einen Arzt aufzusuchen.

Das Schwindelgefühl ist unabhängig von der Körperlage und von der Kopfstellung und setzt ohne Erbrechen und Übelkeit ein. Plötzliche Drehschwindelattacken sind seltener, gehen jedoch auch mit einem unsystematischen Schwindelgefühl einher. Zusätzlich werden anamnestisch Gangabweichung und Fallneigung beschrieben.

Der Tinnitus wird definiert als Ohrensausen, als Ohrgeräusch, als störender Ton im Sinne einer endogenen Schallempfindung. Diese tritt entweder als Wahrnehmung ohnaher Muskel- und Gelenkgeräusche oder als rein subjektive Empfindung (Brummen, Rauschen, Klingen, Pfeifen) infolge inadäquater Rezeptorenreizung auf. Die Intensität des Tinnitus kann nach einigen Wochen geringer werden. Tinnitus als alleiniges Symptom eines Akustikusneurinoms ist eine Rarität (Regli 1978).

2.2.3 Epidemiologie

Am häufigsten findet man Neurinome bei Patienten zwischen 30 und 60 Jahren. In Zülchs (1956) Sammlung war der jüngste Patient 11, der älteste 67 Jahre alt. Das Geschlechtsverhältnis von männlichen zu weiblichen Patienten lag bei ihm bei 97:200. Cushing (1917) und Pertuiset (1970) fanden in ihren Untersuchungen eine leichte Dominanz des weiblichen Geschlechts (60 %), wohingegen House et al. (1974) keine signifikanten Unterschiede in der Verteilung der Geschlechter feststellten.

Krücke (1974) fand von 100 Nervenscheidentumoren 59 im Kleinhirnbrückenwinkel, wovon sich 57 als Akustikusneurinome und 2 als Trigeminusneurinome erwiesen. Die Gesamtstatistik von Olivecrona (1950) zeigte für Kleinhirnbrückenwinkeltumore in 9,3 % der Fälle Neurinome des N. acusticus. Als Ausgangsort der Neurinome des

N. acusticus wird der vestibuläre Anteil des VIII. Hirnnerven angesehen (Skinner 1929).

2.2.4 Histologie und Pathologie

Der Ursprung eines Neurinoms liegt in den Schwannschen Zellen der Hirnnerven, der peripheren Nerven oder der Wurzelnerven des Rückenmarks. Der vom Neuroektoderm ausgehende Tumor ist von einer bindegewebigen Kapsel umhüllt, wobei die Oberfläche dieser Tumoren an sich als glatt bzw. fein- bis grobhöckerig beschrieben werden, angeschnittene Bereiche wirken gelb verfettet oder grau-rötlich. Auch hämorrhagisch-cystische Veränderungen werden beobachtet (Wechsler 1978). Es lassen sich histologisch das kernreiche Neurinom, das fibrilläre Neurinom und das retikuläre Neurinom unterscheiden (Antoni 1920). Das kernreiche Neurinom ist vermutlich das jüngste Stadium (Graf 1955).

Üblich ist heute die Unterscheidung zwischen Antoni A und Antoni B Gewebsmustern:

Antoni A:

Dieses, auch als faszikulärer Typ bezeichnete Gewebsmuster, imponiert durch gedrängt erscheinende, kompakte Tumorareale mit gleichmäßig geformten Spindelzellen (Mattox 1987). Die Tumorzellen sind longitudinal angeordnet, wodurch sich aufgrund der Position der stäbchenförmigen Kerne ein rhythmisches Bild ergibt.

Antoni B:

Dieses Muster beschreibt den retikulären Typ, mit aufgelockertem Gewebe, das zystisch verändert oder mit Schaumzellnestern durchsetzt sein kann. Reticulinfasern können an manchen Stellen fehlen (Wechsler 1978). Locker angeordnete, pleomorphe Zellen sind oft mit Bereichen mikrozystischer Degeneration vergesellschaftet und bestimmen ebenso das histologische Bild wie die Schaumzellnester (Mattox 1987).

Eine Basalmembran umhüllt die meisten Tumorzellen und auch die Außenseite der Tumorfortsatzbündel. Da reife Schwann-Zellen der markhaltigen und der marklosen

Nervenfasern auch regelmäßig eine äußere Basalmembran aufweisen, ist eine solche an der Tumorzelle des Akustikusneurinoms ein Zeichen für eine neoplastische Transformation von Schwannzellen (Wechsler 1978).

Ein Teil der Fasern des N. vestibulocochlearis umgibt den Tumor. Das nervöse Gewebe im Tumorzentrum erweist sich als weniger dicht als an der Peripherie, da sich die Querschnittsfläche in der Summe der angetroffenen Nervenfasern von lateral nach medial vermindert. Neely (1981) wies durch mikroskopische und makroskopische Untersuchungen die starke gegenseitige Adhärenz von Tumor und Fasern des N. vestibulocochlearis nach. Die klinische Symptomatik, bedingt durch die Läsion am entsprechenden Hirnnerven, kann Hinweise auf Größe und Lage der Raumforderung geben, da der Kleinhirnbrückenwinkel in unterschiedlicher Höhe von den Hirnnerven durchzogen wird.

2.2.5 Bildgebende Verfahren

Durch die beachtlichen Fortschritte der Diagnostik in den letzten Jahrzehnten ist es heute möglich, einen Kleinhirnbrückenwinkeltumor auch ohne Hirndrucksymptome oder ohne eine deutliche Erhöhung des Eiweißgehaltes im Liquor frühzeitig nachzuweisen.

Mit Hilfe radiologischer Verfahren und differenzierter neurootologischer Untersuchungen werden Akustikusneurinome bereits im Frühstadium diagnostiziert. Hierfür werden das Reintonaudiogramm, die Hirnstammaudiometrie sowie die Magnetresonanztomographie mit Kontrastmittel verwendet (Knaus et al. 1997). Die sichere Diagnose wird jedoch allein durch die Magnetresonanztomographie gestellt. Insgesamt ist heutzutage eine Diagnosestellung zu einem frühen Zeitpunkt möglich, wobei die kleinsten intrameatal gelegenen Geschwülste regelmäßig das kürzeste Intervall zwischen Erstsymptom und Diagnosesicherung aufwiesen (Geyer et al. 1985). Nachfolgend werden einzelne, diagnostische Verfahren vorgestellt und evaluiert.

2.2.5.1 Röntgen

Bei der Felsenbeinaufnahme nach Stenvers (1928) handelt es sich um eine spezielle Aufnahmetechnik, mit der das Felsenbein, die Felsenbeinpyramide mit dem inneren Gehörgang, der Labyrinthblock und der Warzenfortsatz unverzerrt dargestellt werden können. Von einer optimalen Aufnahme geht man aus, wenn die Freiprojektion der Pyramidenspitze erreicht wird und die Crista occipitalis interna knapp seitlich des lateralen Bogenganges zur Darstellung kommt. Das Ziel der Aufnahmetechnik ist die Parallelität der Längsachse der Pyramide und der Filmbene (Canigiani 1978). Zum Vergleich ist eine Aufnahme der gesunden Seite erforderlich.

Röntgenologische Tumorzeichen sind erkennbare Erweiterung des inneren Gehörganges, Zerstörung der Pyramidenspitze, Verlagerung des Aquädukts und Ausfüllung der Kleinhirnbrückenwinkelzisterne.

Stenvers unterscheidet im Röntgenbefund bei Akustikusneurinomen eine deutliche Erweiterung des Porus und des Meatus acusticus internus (mit nur geringer Arrosion der medialen Partie des Felsenbeins), keine deutliche Veränderung des Porus und des Meatus acusticus internus (aber grobe Arrosion der medialen Partie des Felsenbeins) und eine Arrosion der ganzen medialen Partie des Felsenbeins.

Graf (1955) wertete 100 Stenvers – Aufnahmen aus und fand jedoch in den meisten Fällen keine Seitenunterschiede in der kranken und der gesunden Seite.

Die für ein Akustikusneurinom typische, röntgenologische Veränderung (Erweiterung des Meatus acusticus internus und die Destruktion am medialen Felsenbeinabschnitt) kann, abhängig von Tumorgröße und Wachstumsrichtung, in unterschiedlicher Ausprägung miteinander kombiniert sein. Die Verwendung der Aufnahmetechnik nach Stenvers bei Akustikusneurinomen ergab in über 80 % der Fälle einen diagnostisch positiven Befund (Schlungbaum 1959).

Es berichteten jedoch Haid et al. (1981), dass in ihrem Krankengut die Stenvers-Aufnahme bei kleinen Neurinomen nur in 60 % der Fälle eine Erweiterung des inneren Gehörganges auf der Tumorseite aufwies. So darf aus einer fehlenden röntgenologischen Seitendifferenz nicht auf das Fehlen eines intrameatalen oder sogar großen Neurinoms geschlossen werden.

Nidecker et al. (1985) berichteten von nur 13 von 37 Stenvers – Aufnahmen (35,1%), bei denen die Diagnose Akustikusneurinom als gesichert gelten darf.

2.2.5.2 Computertomographie

Zur Beurteilung der knöchernen Destruktion bietet sich die Computertomographie an. Dabei ermöglicht die hochauflösende Computertomographie des Felsenbeins eine genaue Evaluation ossärer Strukturen der Schädelbasis (Foramen stylomastoideum, Foramen jugulare, Canalis caroticus). Die Computertomographie arbeitet mit Röntgenstrahlen, mit und ohne Kontrastmittel und bildet die darzustellende Region in Schichten ab.

2.2.5.3 Magnetresonanztomographie

Eine seit den 90er Jahren des 20. Jahrhunderts in der Diagnostik von Schädelbasistumoren an Bedeutung zunehmende Untersuchung ist die kontrastmittelgestützte (Gadolinium) Magnet-Resonanz-Tomographie, kurz MRT (Abb. 1).

Die Technik des MRT beruht auf der Tatsache, dass im menschlichen Körper alle Kerne, die eine ungerade Anzahl von Nukleonen enthalten, wie z.B. ^{13}C , ^{19}F , ^{23}Na , ^1H Dipole sind und sich aufgrund von bewegten Ladungen (Rotation der Nukleone) ein elektrischer Kreisstrom und damit ein schwaches Magnetfeld ausbilden. In starken Magnetfeldern richten sich dipolige Atomkerne entsprechend ihrem magnetischen Kernmoments in einer Vorzugsrichtung aus. Dies wird von Empfängerspulen registriert. So kann eine scharfe Abgrenzung zwischen Geschwulstbildungen (Neoplasien), Ödemen, Nekrosen und der gesunden Umgebung erzielt werden. Die derzeitige Untersuchungsmethode der Wahl ist das kraniale MRT mit Gabe von Gadolinium. Hierbei werden unterschiedliche Signalintensitäten zur differentialdiagnostischen Beurteilung herangezogen. So können z.B. Lipome üblicherweise anhand einer hohen Signalintensität im nativen T1-gewichteten MR-Bild von Akustikusneurinomen unterschieden werden.

Das MRT stellt Knochenstrukturen schlechter dar als das Computertomogramm, jedoch werden Weichteilstrukturen exakt abgebildet. Im Bereich der Schädelbasis unterscheiden sich die Strukturen in ihrer Dichte relativ stark, wie z.B. Knochen und angrenzendes Gewebe, sodass aufgrund des besseren Auflösungsvermögens das CT vom MRT übertroffen wird (Tab. 1).

	CT	MRT
Abgrenzung und Darstellung der topographischen Beziehungen	-	+
Darstellung von Gefäßen und deren Veränderungen	-	+
Sensitivität bei Tumorinvasion in den Knochen oder anderen destruierenden Prozessen	-	+
Veränderung im kompakten Knochen	+	-
Spezifizierung verschiedener Prozesse	-	+

Tab. 1 Vergleich der diagnostischen Möglichkeiten von MRT und CT nach Sartor (1987)

Daraus folgt, dass das MRT bei Verdacht auf einen raumfordernden Prozess der Schädelbasis sowie zur Nachsorge (Rezidivausschluss), das diagnostische Mittel der Wahl ist.

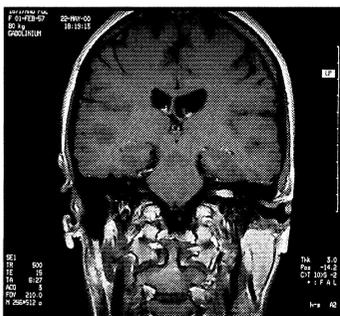


Abb. 1 MRT mit einem linksseitigen Akustikusneurinom

2.2.6 Raumforderungen im inneren Gehörgang in ihrer Differentialdiagnose

Raumforderungen im Kleinhirnbrückenwinkel gehen zwar meist auf Akustikusneurinome zurück, dennoch müssen andere Tumore differentialdiagnostisch berücksichtigt werden.

351 Patienten wurden in der Zeit von 1990 bis 1999 an der Klinik und Poliklinik für Hals-, Nasen- und Ohrenkrankheiten der Universität Würzburg an einer Raumforderung des inneren Gehörganges über einen transtemporalen oder translabyrinthären Zugang operiert. Hierbei fanden sich sechs Lipome, drei Hämangiome, zwei Neurofibrome, zwei Meningeome, ein Fazialisneurinom und eine Lymphommetastase (Schwager et al. 2002). Diese Patienten wurden, nach gesichertem histopathologischem Ausschluss eines Akustikusneurinoms, retrospektiv anhand klinischer Symptomatik, präoperativer Bildgebung (CT/MRT), intraoperativer Befunde und histopathologischer Aufarbeitung ausgewertet. Es ergab sich hierbei, dass 4,3 % der Patienten mit einer Raumforderung des inneren Gehörganges eine seltene Tumorentität aufwiesen.

Lipome können von Akustikusneurinomen mit der Technik des kontrastmittelgestützten MRTs gut unterschieden werden (hohe Signalintensität). Bei allen anderen, seltenen Tumoren ist die Differentialdiagnose schwierig, da sie im T1 gewichteten MR-Bild hypointens sind und nach Gabe von Gadolinium als Kontrastmittel dieses anreichern (Schwager et al. 2002).

In der Literatur werden drei große Serien von Kleinhirnbrückenwinkeltumoren beschrieben, von denen 9-24 % andere Tumore als Akustikusneurinome waren (Bohrer und Chole 1996, Kohan et al. 1997).

2.2.7 Therapie

2.2.7.1 Operationstechniken

Es kann prinzipiell über drei Zugänge ein Akustikusneurinom exstirpiert werden (Schwager, Helms 2002), wobei Punkt 1 und 2 HNO-ärztliche, otochirurgische Zugänge beschreiben, Punkt 3 einen neurochirurgischen Zugang:

- 1.) Der transtemporale Zugangsweg, ein extraduraler Zugang über das Felsenbeindach zum inneren Gehörgang (Panse 1904)
- 2.) Der translabyrinthäre Zugangsweg durch das Felsenbein, erstmals beschrieben durch Jansen (Güttich 1931)
- 3.) Der intradurale, subokzipitale, retrosigmoidale Zugang von dorsal zum inneren Gehörgang

Das Ziel bei jedem Operationsverfahren besteht darin, eine gute operative Darstellung des betroffenen Gebietes und eine vollständige Tumorsektion mit einer möglichst geringen Schädigung neurovaskulärer Strukturen zu erreichen.

In Würzburg werden rein intrameatale Tumore oder Tumore, die wenig über den Porus acusticus internus hinausragen, bei erhaltenem Hörvermögen transtemporal operiert. Die messbare Ausdehnung in den Kleinhirnbrückenwinkel ist hierbei weniger entscheidend als der etwaige Kontakt des Tumors zu Strukturen des Hirnstamms oder zu Gefäßschlingen, gemäß Bildgebung (Magnetresonanztomographie). Berührt der Tumor den Hirnstamm oder ist eine starke Adhärenz zu Gefäßschlingen zu befürchten, ist dem subokzipitalen Vorgehen der Vorzug zu geben.

Beim translabyrinthären Vorgehen gelten ähnliche Kriterien. Als Entscheidungsgrundlage dient hier das erloschene Hörvermögen (Tab. 2). Der translabyrinthäre Zugangsweg erlaubt eine bessere Übersicht am kritischen Übergang zwischen Porus acusticus internus und Kleinhirnbrückenwinkel.

Die Komplikationsraten der chirurgischen Zugänge sind ähnlich. Die Rate an revisionsbedürftigen Liquorfisteln ist nach translabyrinthärer Operationsweise um ein vielfaches höher, als bei transtemporalem Vorgehen (1 %) (Gjuric et al. 2001, Haid et al. 1992).

Operationsweise:	Hörvermögen:	Hirnstamm- /Gefäßbeteiligung
Transtemporal	erhalten	nein
Translabyrinthär	erloschen	nein
Subokzipital	erhalten oder erloschen	ja

Tab. 2 Kriterien für die Wahl der jeweiligen Operationstechnik

Der transtemporale Zugang zum Kleinhirnbrückenwinkel

Der Patient befindet sich in Intubationsnarkose und wird in liegender Position operiert. Der Kopf ist etwas zur Gegenseite gedreht, sodass über der Schläfe ein 6 cm langer, gestielter Lappen mobilisiert werden kann (Abb. 2).

Die Temporalismuskulatur wird zur Seite gedrängt. Es erfolgt eine ca. 2,5 x 2,5 cm große Trepanation der Temporalisschuppe (Abb. 3). Nach stumpfer, extraduraler Freilegung des Bodens der Fossa cerebri media, kann die Dura von der Vorderfläche des Felsenbeins bis über dessen Oberkante abgelöst werden. Die blaue Linie des oberen Bogenganges (blue line) wird durch flächiges Beschleifen der Eminentia arcuata dargestellt.

Es folgt die Freilegung des inneren Gehörganges unter Schonung des Bogenganges und der Schnecke (Abb. 4).

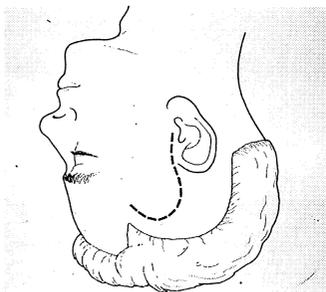


Abb. 2

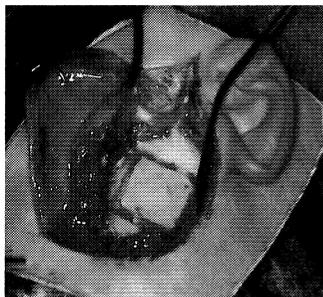


Abb. 3

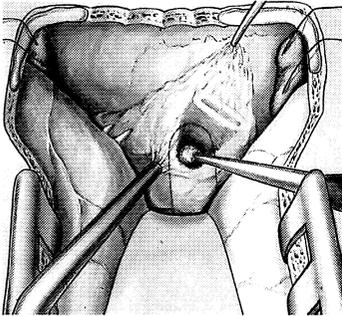


Abb. 4

Abb. 2-4 Chirurgisches Vorgehen bei der transtemporalen Akustikusneurinomoperation

Gantz et al. (1986) berichten über 43 Patienten, die seit 1974 über einen transtemporalen Zugang zur mittleren Schädelgrube operiert wurden. Dabei konnte bei Tumoren, die max. 1,5 cm über den Porus acusticus internus hinausragten, das Hörvermögen in 50 % der Fälle konserviert werden. Beim subokzipitalen bzw. retrosigmoidalen Zugangsweg zur Erhaltung des Gehörs konnte bei gleicher Tumorgöße in Bezug auf dieselben untersuchten Parameter (Hörverlust, Fazialisfunktion, Komplikationsrate) kein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Diese werden eher durch die Art des Tumors als vom gewählten Zugangsweg beeinflusst.

2.2.7.2 Sonstige Behandlungsmöglichkeiten

Bei den oben erwähnten Operationsmethoden war es bisher nicht (Yasargil et al. 1969) bzw. sehr selten (Smith et al. 1973) möglich, bei der Resektion von den inneren Gehörgang überschreitenden Tumoren einen Hörerhalt zu gewährleisten. Heute stehen dem Operateur noch einige zusätzliche Therapiemöglichkeiten zur Verfügung, wie z.B. das γ -Knife, abwartendes Verhalten mit regelmäßigen MR-Kontrollen („wait and see“) oder auch die Möglichkeit, ein Cochlea Implantat auf einem ertaubten Ohr einzubringen, so dass die Entscheidung zur Operation des leztthörenden, kontralateralen Ohrs leichter fällt (Schwager et al. 2002).

Vom Einsatz des γ -Knives (stereotaktische Radiochirurgie) wird in den letzten Jahren von günstigen Resultaten in der Primärtherapie von Akustikusneurinomen berichtet. Diese Methode bietet eine präzise, fokussierte Möglichkeit der Zerstörung eines intrakraniellen Zieles. Der Patient wird dabei weniger belastet und es wird mit einer meist einzeitigen Behandlung ein optimales Ergebnis erzielt. Vorteile bietet dies vor allem bei älteren Patienten mit eingeschränkter Compliance oder erhöhtem Narkose-risiko. Zudem kann eine optimale Schonung des N. facialis und des N. statoacusticus erreicht werden (Pendl et al. 2002). Thomsen et al. (2000) berichten jedoch auch von Komplikationen, wie z.B. möglicherweise strahleninduzierter gut- und bösartiger Meningeome.

Das oben erwähnte, abwartende Verhalten unter regelmäßigen Kontrollen mit bildgebenden Verfahren (MRT) wird den Patienten angeraten, wenn aufgrund der Lage, Größe und Ausdehnung des Tumors, sowie nur leicht ausgeprägter Symptome nicht unbedingt aktiv interveniert werden muss. Entscheidend bei dieser Therapieform ist die Größenzunahme des Tumors im ersten Jahr, wobei von diesem konservativen Therapieansatz jederzeit abgewichen werden kann (Linder et al. 2002).

2.3 Beeinflussung des Hörvermögens

2.3.1 Spezielle Symptomatik

Schon 1917 erkannte Cushing die diagnostische Bedeutung der chronologischen Folge der Einzelsymptome beim Akustikusneurinom. Erste Anzeichen sind Erscheinungen, die vom Gehör, bzw. vom Labyrinth ausgehen. Dann folgen Okzipitalkopfschmerz, Koordinationsstörungen mit taumelndem Gang, Stauungszeichen in Form von Erbrechen und generalisierten Kopfschmerzen und schließlich Dysarthrie, Dysphagie, und Kleinhirnmattacken in Form von Gleichgewichtsstörungen.

Letztendlich auftretende Atemstörungen führen dann zum Tod.

Die Fortschritte der Medizin in den letzten 70 Jahren haben bewirkt, dass man diese Spätzeichen nur noch äußerst selten sieht.

Die Störungen des Hörvermögens und der Gleichgewichtsfunktion stellen Früh- und Leitsymptome der Akustikusneurinome dar. Diese treten durchschnittlich zwei Jahre vor allen anderen Symptomen auf und grenzen differentialdiagnostisch andere Kleinhirnbrückenwinkeltumore ab.

Berg et al. (1986) berichteten von 133 Patienten, die an einem Akustikusneurinom operiert wurden. Davon wiesen 13 % in ihrer Anamnese einen plötzlichen Hörverlust auf, der sich jedoch bei 4 Patienten spontan zurückbildete.

In Mulchs (1978) Patientengut befanden sich 25 Patienten, von denen 19 die einseitige Schwerhörigkeit als erstes Symptom angaben, einige litten bei der Erstuntersuchung bereits an Surditas.

Die Hörstörung beim Akustikusneurinom kann sich jedoch auch als plötzliche Hörminderung im Sinne eines Hörsturzes äußern (Ott 1979). Des Weiteren kann der einseitige Tinnitus auch ohne Hörminderung das erste Symptom eines Akustikusneurinoms sein. Er erfordert weitere diagnostische Schritte.

Da bei einem langsam fortschreitenden Funktionsverlust des peripher vestibulären Organs permanent eine zentrale Kompensation stattfindet, können des öfteren anamnestische Angaben zu Gleichgewichtsstörungen fehlen.

2.3.1.1 Die Reintonaudiometrie

Mit Hilfe eines Audiometers werden dem Patienten reine Sinustöne unterschiedlicher Frequenz angeboten. Der Schalldruck wird dabei kontinuierlich erhöht. Der Patient gibt ein Zeichen, sobald er einen Ton wahrnimmt. Diese subjektiven Messwerte werden in einem Audiogramm erfasst.

Mit dieser Form der Audiometrie kann zwischen Innenohr- und Mittelohrschwerhörigkeit differenziert werden. Eine weiterführende, topische Diagnostik ist jedoch nicht möglich. So kann nicht zwischen „cochleärer“ (Haarzellen, Ganglion spirale) und „retrocochleärer“ (Hörnerv, zentrale Hörbahnen, Cortex) Schwerhörigkeit unterschieden werden.

Beim Krankheitsbild des Akustikusneurinoms mit dem Symptom Schwerhörigkeit imponiert im Tonschwellenaudiogramm der Hörverlust im Hochtonbereich, d.h. ab 2 kHz (Johnson 1968).

Es werden flach verlaufende Tonschwellenaudiogramme beschrieben (Graf 1955) ebenso wie Hörverluste für nur eine Frequenz (Brown et al. 1952). Weder aus dem Grad des Hörverlustes noch aus dem Frequenzverlauf eines Tonschwellenaudiogramms noch an der Dauer lassen sich Angaben für Größe und Lokalisation eines Tumors entnehmen. So kann bereits ein sehr kleiner Tumor zur völligen Taubheit eines Ohres führen, große Tumoren hingegen müssen nicht unbedingt einen derartigen Hörverlust nach sich ziehen (Plester et al. 1978).

Für ein Akustikusneurinom charakteristische Hörkurven gibt es nicht.

2.3.1.2 Die Sprachaudiometrie

Im deutschsprachigen Raum hat sich die Sprachaudiometrie lange Zeit fast ausschließlich des „Freiburger Sprachverständlichkeitstests“ bedient. Er ist der in der klinischen Praxis wohl am weitesten verbreitete Sprachverständlichkeitstest (Alich 1985) und gehört zu der Gruppe der offenen Tests. Dies bedeutet, der Patient muss im Gegensatz zu den geschlossenen Tests keine Antwort aus einer Gruppe von Alternativen auswählen, sondern die vorgespielten Worte so wiederholen, wie er sie verstanden hat. Der Freiburger Test besteht aus 10 Gruppen mit je 10 zweistelligen Zahlen und 10 Gruppen mit je 20 einsilbigen Worten.

Mit dieser „Standardliste“ wird die Verständlichkeit der Umgangssprache ermittelt. Das contralaterale Ohr wird dabei vertäubt.

Der Sprachhörverlust wird mit Hilfe des Zahlentestes ermittelt. Gemessen wird dabei der Lautstärkepegel, bei dem 50 % der Zahlen richtig verstanden werden (eine richtig verstandene Zahl entspricht dabei 10 %). Ausgangspunkt der Messungen ist dabei der Pegel, der dem mittleren Hörverlust im Tonaudiogramm zwischen 500 und 1000 Hz entspricht (Böhme et al. 1993). Dieser Wert wird mit der Normkurve für Hörgesunde verglichen, die Differenz der beiden bezeichnet man als Hörverlust für Sprache. Auf diesen 50 % Wert bezieht sich auch die audiometrische Hilfsskala, die hier ihren Nullpunkt hat. Der Normalhörende versteht bei einem Sprachschallpegel von 18,5 dB 50 % der angebotenen Zahlen. Für das Verstehen der Zahlwörter sind in erster Linie die Vokale mit ihrem tiefen Frequenzspektrum verantwortlich. Mit Zahlen wird also der Hörverlust in dB geprüft.

Mit einsilbigen Wörtern wird die Verständlichkeit (in %) geprüft. Diese einsilbigen Wörter des Freiburger Testes sind phonetisch ausbalanciert (Plath et al. 1973). Hier wird nun 15 bis 20 dB lauter als der Pegel für 50 % Zahlenverständlichkeit eine Gruppe geprüft, jedes richtig verstandene Wort entspricht 5 %. Es wird durch weitere Lautstärkepegelsteigerung der Bereich gesucht, in dem alle Wörter richtig verstanden werden bzw. der Bereich, in dem auch durch größere Lautheit kein Verständniszuwachs erzielt werden kann.

Diese Prüfung erlaubt eine Aussage sowohl über den cochleären Anteil des peripheren Hörorgans als auch über die Funktion der retrocochleären Bahnen. Eine Störung dieser Art kann den Verdacht auf ein Akustikusneurinom erhärten.

Immer ist es die große Diskrepanz zwischen Zahlen und Einsilberverständnis, die als deutliches Zeichen für das Vorliegen eines Akustikusneurinoms gewertet werden kann. Diese kann solche Ausmaße annehmen, dass Einsilber gar nicht mehr verstanden werden können.

Bei der Tieftonresthörigkeit erklärt sich das sprachaudiometrische Bild aus dem Fehlen der hohen Frequenzen, die für das Einsilberverstehen unerlässlich sind. Bei den neuralen Hörschäden kann die Hörschwelle auch nur wenig beeinträchtigt sein, und doch ist der Patient für Einsilber eventuell schon fast taub. Ein solcher Befund lenkt deshalb den Verdacht auf einen Hörschaden zentral des Innenohrs; er gilt als geradezu pathognomonisch für die neurale Schwerhörigkeit.

Der Umkehrschluss ist jedoch nicht zulässig. Bei 25 % der Patienten mit einem Akustikusneurinom ist das Sprachgehör nur geringfügig oder gar nicht vermindert (Johnson 1968).

Baczoni et al. beobachteten 1981 in einer Untersuchung über einen Zeitraum von 10 Jahren (1969-1979) 14 Patienten, bei denen das Vorhandensein eines Akustikusneurinoms operativ bestätigt wurde: Bei drei Patienten fanden sie präoperativ eine mäßige, bei sechs Patienten eine hochgradige Perzeptionsschwerhörigkeit. In fünf Fällen beobachteten sie Taubheit, die sich in einem Fall durch das Auftreten eines akuten Hörsturzes manifestierte. Bei zwei Patienten wiesen die überschwelligeren Untersuchungen den Erwartungen entsprechend auf die retrocochleäre Läsion hin. Des Weiteren brachte die Untersuchung in zwei Fällen ein für eine cochleäre Schädigung charakteristisches Ergebnis.

In fünf Fällen, harmonisierten die Ergebnisse nicht mit den Tests.

In Anbetracht der Tatsache, dass ein Akustikusneurinom kein charakteristisches audiologisches Bild gibt, muss bei jeder Perzeptionsschwerhörigkeit an diese Möglichkeit gedacht werden und ein Tumor ausgeschlossen werden.

2.3.2 Klassifizierungsmöglichkeiten des Hörvermögens

Ein **verwertbares und damit erhaltenswertes Hörvermögen** wurde als ein Mittelwert der Hörschwelle von wenigstens 50 dB über die Frequenzen 0,5, 1,0 und 2,0 kHz und einer Sprachdiskrimination von 50 % definiert (Wade et al. 1984).

Im Würzburger Patientengut wurde dies ebenfalls als Voraussetzung für eine i.d.R. über einen extraduralen, transtemporalen Zugang durchgeführte Tumorexstirpation angesehen.

Als sog. „**Soziales Gehör**“ wird der Mittelwert der Frequenzen 500, 1000 und 2000 Hz bezeichnet. Auf diese Frequenzen beziehen sich auch die Untersuchungen von Höhmann et al. (1994).

Im „**Consensus on Systems for Reporting Results**“ (Japan 2003) werden die Messung und Aufzeichnung der Frequenzen 0,5, 1, 2, und 4 kHz vorgeschlagen.

Eine Einteilung des Hörerhalts nach den Kriterien von **Gardner / Robertson** konnte aus den Hörverlustkategorien abgeleitet werden. Es wurde hierfür die modifizierte Klassifikation (ohne Sprachdiskrimination) nach Tonn angewendet.

Damit ergeben sich folgende Klassen:

- | | |
|---|-----------------------------|
| 1 | 0-30 dB |
| 2 | 31-50 dB |
| 3 | 51-90 dB |
| 4 | 91 bis maximaler Hörverlust |
| 5 | keine Antwort |

Die Klassen 1 bis 3 (bis 90 dB) werden hier als Hörerhalt definiert (Tonn et al. 2000).

Bei Vorhandensein von Messwerten bei den 8 Frequenzen 0,125, 0,25, 0,5, 1, 2, 4, 6, 8 kHz kann das Hörvermögen von Patienten in **Hörverlustkategorien** eingeteilt werden.

Hierfür wird der Mittelwert des Hörverlustes (in dB) bei allen 8 o.g. Frequenzen errechnet und die Patienten folgenden Hörverlustkategorien zugeordnet:

- 1) Hörverlust bis 20 dB
- 2) Hörverlust von 20-40 dB
- 3) Hörverlust von 60-90 dB
- 4) Hörverlust >90 dB

Entsprechend den Empfehlungen des „Committee on Hearing and Equilibrium“ der American Academy of Otolaryngology Head and Neck Surgery Foundation (1995), INC (AAO-HNS-Klassifikation) können die Patienten prä- und postoperativ bei vorhandenen audiologischen Untersuchungen nach ihrem PTA-Wert und ihrem Einsilberverständnis eingeteilt werden (Tab. 3).

Hierbei wird der Durchschnitt der Schalldruckpegel (in dB) im Reintonaudiogramm bei den Frequenzen 0,5, 1, 2 und 3 kHz gegen das maximale Sprachverständnis für Einsilber aufgetragen (Abb. 5).

Daraus ergibt sich eine Einteilung A bis D (Tab. 3 und Abb. 5).

Klasse	Reintonaudiogramm	Einsilber (%)
A	≤ 30 dB <i>und</i>	≥ 70
B	> 30 dB, ≤ 50 dB <i>und</i>	≥ 50
C	> 50 dB <i>und</i>	≥ 50
D	jedes Level	< 50

Tab. 3 Einteilung des Hörvermögens nach AAO-HNS

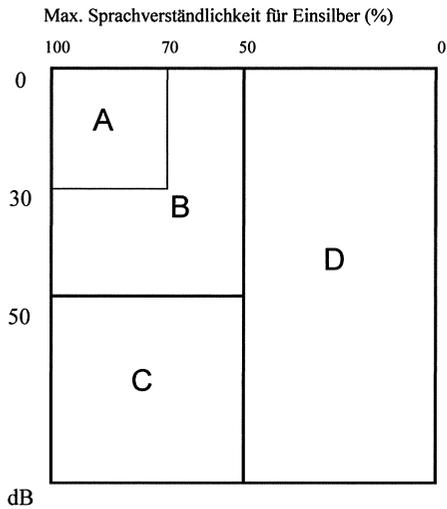


Abb. 5 Einteilung des Hörvermögens. Die Sprachdiskrimination wird auf der horizontalen Achse, der Durchschnitt der Schalldruckpegel der Reintonaudiometrie auf der vertikalen Achse aufgetragen.

horizontale Achse: max. Sprachverständlichkeit für Einsilber (speech discrimination), egal bei welchem Schalldruckpegel

vertikale Achse: Durchschnitt der Schalldruckpegel im Reintonaudiogramm bei den Frequenzen 0,5, 1, 2 und 3 kHz (in dB)

3. Material und Methode

Die Unterlagen von 477 Patienten, die im Zeitraum 1989 – 2000 in Würzburg über einen transtemporalen oder translabyrinthären Zugang operiert wurden, konnten anhand der Aktenlage nachuntersucht werden, wobei vorliegende Arbeit das transtemporal operierte Patientengut zum Gegenstand hat.

Die Daten werden im Hinblick auf präoperative, anamnestiche Daten, intraoperative Komplikationen und das postoperative Ergebnis analysiert.

Von 477 Patienten (51,2 % Frauen, 48,8 % Männer) wurden 334 mit Hilfe eines transtemporalen, 143 mit einem translabyrinthären chirurgischen Zugang operiert. Die Patienten, die über andere chirurgische Zugangswege bzw. in interdisziplinärer Zusammenarbeit mit der neurochirurgischen Klinik operiert wurden, sind nicht Bestandteil der Untersuchungen.

In dem transtemporalen Patientengut (n=334) befinden sich 161 (334 / 48,2 %) Frauen und 173 (334 / 51,8 %) Männer.

N=83 (334 / 24,8 %) der Patienten litten an Tumoren, die rein intrameatal lokalisiert waren, bei n=37 (334 / 11,1 %) hatte der Tumor auch extrameatale Anteile. Bei den restlichen Patienten war diesbezüglich den Akten keine Angabe zu entnehmen.

Die Anzahl der Patienten, bei denen ein Rezidiv aufgetreten ist, betrug n= 22 (477 / 4,6 %). Davon wurden n=17 Patienten transtemporal operiert, n=5 Patienten translabyrinthär. 5 der Rezidivpatienten waren klinikeigene Patienten, 17 Patienten wurden an die Klinik überwiesen.

Anamnestiche erhobene Daten wie das Auftreten von Tinnitus (Rauschen oder Pfeifen), dessen Qualität (hoher Ton, tiefer Ton, Intensität, subjektiv störend oder nicht), Schwindel (unspezifisch oder Drehschwindel bzw. Unsicherheit bei Dunkelheit), subjektiv empfundene Hörminderung, Hörsturz und sonstige anamnestiche Auffälligkeiten werden anhand der Aktenlage ausgewertet.

Soweit von der Datenlage her möglich, wurde die histologische Zuordnung des Neurinoms nach Antoni klassifiziert.

Unterschiedliche Gründe, die zu einer erschwerten Resektion des Tumors führten, wurden dem Op-Bericht entnommen. Ebenso gab dieser Aufschluss über die unterschiedliche Adhärenz des Tumorgewebes zum N. facialis und N. cochlearis sowie deren anatomischen Erhalt.

Sowohl das Tumolvolumen als auch die Tumorausdehnung (rein intrameatal gelegene Tumoren und intrameatale Tumoren mit extrameatalen Tumoranteilen) wurden zu postoperativen Hörergebnissen in Beziehung gesetzt.

Das prä- und postoperative Hörvermögen konnte nach Kriterien wie „verwertbar“, „sozial“ und gemäss den Empfehlungen des „Committee on Hearing and Equilibrium“ der American Academy of Otolaryngology Head and Neck Surgery Foundation, INC (AAO-HNS-Klassifikation) eingeteilt und ausgewertet werden.

4. Ergebnisse

4.1 Alter der Patienten zum Zeitpunkt der Operation

Das Durchschnittsalter der Patienten (n=334) zum Operationszeitpunkt betrug 49,3 Jahre, wobei der jüngste Patient 16,0 der älteste 69,7 Jahre alt war. Bei den Frauen betrug das Durchschnittsalter 49,4 Jahre, die Männer waren im Durchschnitt mit 49,2 Jahren etwas jünger.

Kein Patient (334 / 0 %) war älter als 70 Jahre. N=56 (334 / 16,8 %) Patienten waren zwischen 60 und 70 Jahren, n=117 (334 / 35,0 %) zwischen 50 und 60 Jahren, n=93 (334 / 27,8 %) zwischen 40 und 50 Jahren, n=50 (334 / 15,0 %) zwischen 30 und 40 Jahren. N=18 (334 / 5,4 %) Patienten waren jünger als 30 Jahre (Abb. 6).

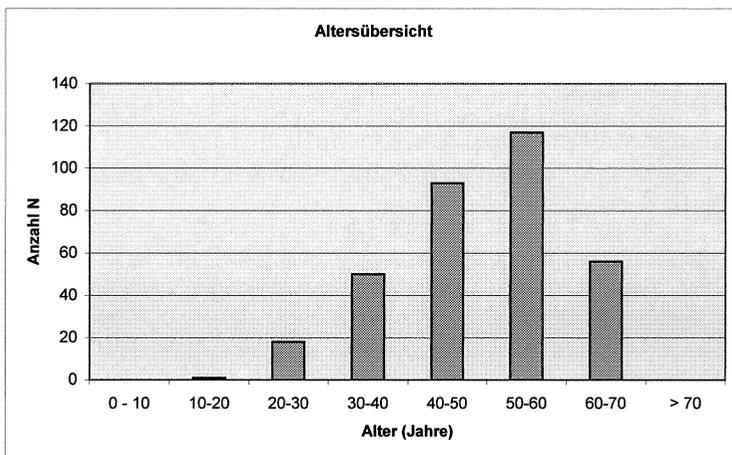


Abb. 6 Alter der 334 an einem Akustikusneurinom operierten Patienten zum OP-Zeitpunkt

4.2 Subjektive Beschwerdesymptomatik - präoperativ

Im Würzburger Patientengut (n=334) traten mit abnehmender Häufigkeit Hörminderung, Schwindelerscheinungen und Tinnitus auf (Tab. 4). Es handelt sich hierbei um Angaben der Patienten bei der Erstanamnese (subjektive Empfindung).

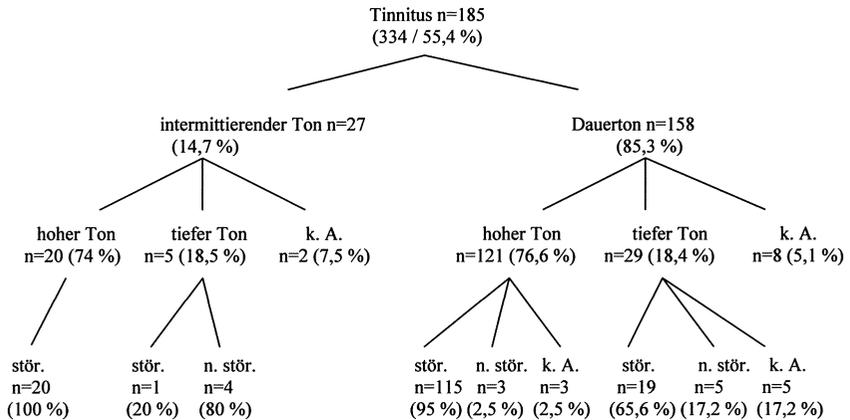
	<u>n:</u>	<u>n / %:</u>	
<u>Hörminderung:</u>	222	334 / 66,6	
davon	131	222 / 59,0	im Rahmen eines als solchen empfundenen Hörsturzes
<u>Tinnitus:</u>	185	334 / 55,4	(spez. Symptomatik s. Tab. 5)
<u>Schwindel- erscheinungen:</u>			
	141	334 / 42,3	Pat. mit unspezifischem Schwindel
	46	334 / 13,7	Pat. mit Unsicherheit bei Dunkelheit
	22	334 / 6,6	Pat. mit ataktischem, unsicheren Gang

Tab. 4 Verteilung der anamnestischen Beschwerdesymptomatik

Die Symptome im Einzelnen:

- 1.) Die Anzahl der Patienten, die nur Tinnitus als Symptom angaben, betrug n=17 (334 / 5,1 %).
- 2.) Tinnitus und Form einer Schwindelerscheinung gaben n=5 (334 / 1,5 %) der Patienten an.
- 3.) Tinnitus zusammen mit einer wahrgenommenen Hörminderung gaben n=32 (334 / 9,5 %) Patienten an.

Übersicht-Tinnitus:



Legende: stör. = störend
 n. stör. = nicht störend
 k. A. = keine Angabe

Tab. 5 Die unterschiedlichen Tinnitusqualitäten und deren Verteilung

N=158 (185 / 85,3 %) Patienten berichteten über einen Tinnitus, der über einen längeren Zeitraum anhielt (Dauerton über Stunden oder Tage), n=27 (185 / 14,7 %) nahmen ihn in intermittierender Form wahr.

Qualitativ wurde beim Dauerton von n=121 (158 / 76,6 %) Patienten selbiger als Ton hoher Frequenz empfunden. Davon beschrieben n=115 (121 / 95 %) das Geräusch als ein stark das Alltagsgeschehen beeinflussendes Moment (störend). N=3 (121 / 2,5 %) Patienten gaben an, dadurch keine Einschränkung ihres täglichen Lebens zu erfahren (nicht störend). Von n=3 (121 / 2,5 %) weiteren Patienten war diesbezüglich keine Angabe den Akten zu entnehmen.

Den Tinnitus im Sinne eines Dauertons, jedoch mit eher mittlerer bis tiefer Frequenz (Brummen oder dumpfes Rauschen) hörten n=29 (158 / 18,4 %) Patienten. Bei 8 Patienten fehlte die Angabe (158 / 5,1 %). N=19 (29 / 65,6 %) empfanden dies als einen

störenden Faktor in ihrem Leben, n=5 (29 / 17,2 %) fühlten sich dadurch nicht gestört. Bei n=5 (29 / 17,2 %) lag dazu keine Angabe vor.

Der intermittierende Tinnitus (n=27) wurde von n=20 (27 / 74 %) Patienten als ein hoher Ton aufgefasst. Diese Patienten fühlten sich alle (n=20) dadurch enorm beeinträchtigt (20 / 100 %). Bei n=5 (27 / 18,5 %) der Patienten mit intermittierenden Tinnitus wurde die Angabe eines mittleren bis tiefen Tones gemacht. N=1 (5 / 20 %) Patient fühlte sich dadurch stark gestört, bei n=4 (5 / 80 %) wurde keine starke Beeinträchtigung der Lebensqualität angegeben. Die verbliebenen 2 Patienten (27 / 7,5 %) wurden diesbezüglich nicht registriert.

Die Hypakusis trat bei 222 Patienten (334 / 66,6 %) auf, wobei insbesondere der höhere Frequenzbereich betroffen war. Dazu gehörten bei n=131 (222 / 59,0 %) vom Patienten als solche empfundene Hörstürze, als einzelnes oder rezidivierendes Ereignis.

Über unspezifischen Schwindel klagten n=141 (334 / 42,3 %) der Patienten, n=46 (334 / 13,7 %) über Unsicherheit im Dunkeln, n=22 (334 / 6,6 %) über einen ataktischen, unsicheren Gang. Somit klagten jeweils mehr als 50 % der Patienten über Hörminderung, Tinnitus und Schwindelerscheinungen (Abb. 7).

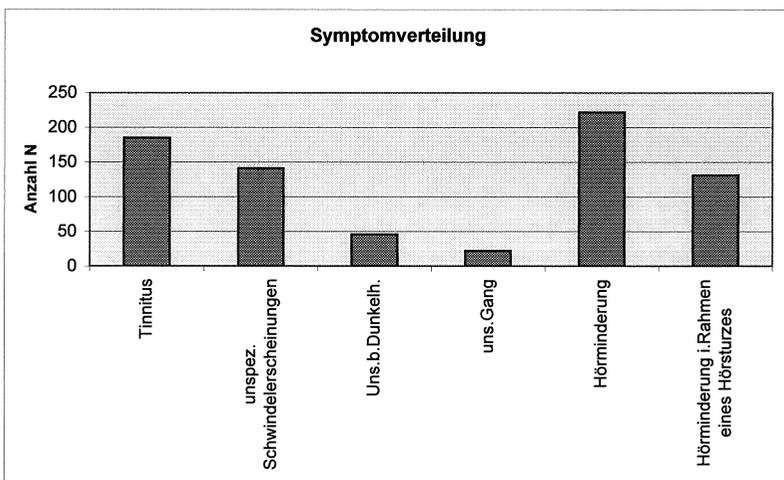


Abb. 7 Häufigkeit der einzelnen anamnestischen Beschwerdesymptomatiken

4.3 Histologie

Die Einteilung nach Antoni (Def. K.2.2.1) ergab bei n=334 operierten Patienten folgendes Ergebnis (Tab. 6):

	n	%
Antoni A	15	4,5
Antoni B	1	0,3
Mischtyp Antoni A + B	3	0,9
Keine Angabe	315	94,3

Tab. 6 Verteilung nach Antoni

4.4 Ausdehnung und Lage des Tumors

4.4.1 Tumorgroße

Das (kontrastmittelgestützte) MR wurde zur Größenbestimmung des Tumors herangezogen. Wenn sich anhand der Aktenlage nur ein Wert (z.B. 2 cm großer Tumor) ermitteln ließ, wurde von einem kugelförmigen Tumor ausgegangen, und dieser Wert als Durchmesser gesehen.

Bei zwei und drei in den Akten gefundenen Werten wird ein ellipsoidförmiger Tumor unterstellt. Bei drei unterschiedlichen Variablen handelt es sich um ein echtes Ellipsoid. Falls zwei der Koordinaten gleich sind, handelt es sich um einen Rotationsellipsoid, er entsteht durch die Rotation einer Ellipse um eine ihrer Achsen (für $a=b=c$ ist das Ellipsoid eine Kugel). Da jedoch aus den Akten nicht hervorgeht, um welche der beiden möglichen zwei Achsen der Rotationellipsoid gedreht wurde, wurde der Rauminhalt für beide Fälle errechnet und daraus der Mittelwert gebildet (Tab. 7).

bekannte Variablen	a	a,b	a,b,c	a=b=c
Formel	$V = 4/3\pi r^3$	$V = \frac{4/3\pi a^2b + 4/3\pi ab^2}{2}$	$V_e = 4/3 \pi abc$	$V = 4/3\pi r^3$

Tab. 7 Volumenberechnungen in Abhängigkeit der Anzahl der Variablen

Im transtemporal operierten Patientengut konnten 84 Volumenberechnungen durchgeführt werden.

Die Tumorengößen wurden anhand oben genannter bildgebender Verfahren und Formeln bestimmt, wobei die intraoperativen Befunde, sowohl die Tumorausdehnung als auch die Lokalisation, in n = 82 (84 / 97,6 %) Fällen bestätigt werden konnte.

In n=2 (84 / 2,4 %) der Fälle widersprachen die durch die Magnetresonanztomographie gewonnenen Erkenntnisse dem Operationsbericht: Hier war die Tumorgöße deutlich größer als anhand des MR angenommen.

n=20 Patienten (84 / 23,8 %) wiesen eine Tumorgöße bis	50 mm ³ auf,
n=16 (84 / 19,0 %) eine Tumorgöße von	50-100 mm ³ ,
n=34 Patienten (84 / 40,5 %) eine Größe von	100-500 mm ³ ,
n=8 Patienten (84 / 9,5 %) litten an Tumorgößen zwischen	500-1000 mm ³ und
n=6 (84 / 7,2 %) Patienten an Tumorgößen	> 1000 mm ³ .

Der ermittelte Durchschnittswert für die Tumorgöße lag bei 375,3 mm³.

Der Hauptanteil entfiel mit n=34 (84 / 40,5 %) auf Neurinome mit einem Volumen von 100 - 500 mm³ (Abb. 8).

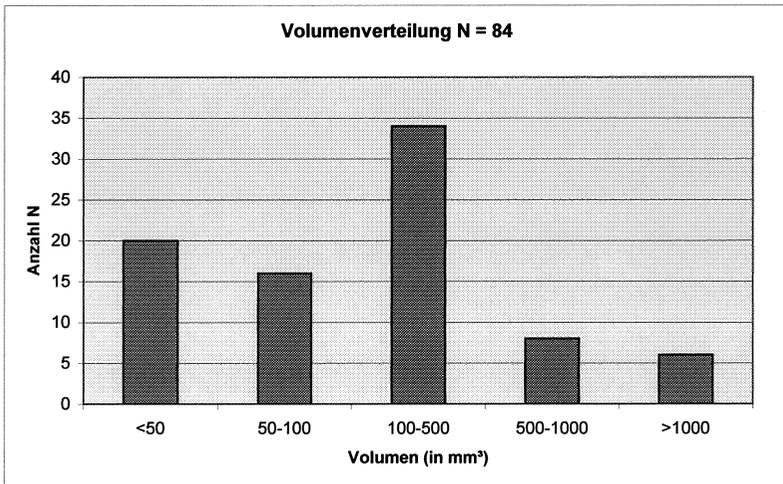


Abb. 8 Tumorvolumina von 84 operierten Patienten

4.4.2 Tumorlage

Bei n=46 (84 / 54,8 %) Patienten fanden sich kleine, auf den Meatus acusticus internus beschränkte Tumore.

Bei n=1 (84 / 1,2 %) war die Ausdehnung des Tumors rein extrameatal.

N=37 (84 / 44,0 %) Patienten litten an Tumoren, die sowohl intra-, als auch extrameatal lagen.

Das Volumen des extrameatal gelegenen Tumoranteils konnte aus den gegebenen Daten nicht bestimmt werden.

4.5 Besonderheiten bei der Tumorresektion

Die intraoperativen Daten wurden ausschließlich den OP-Berichten entnommen.

Bei 334 operierten Patienten war eine erschwerte Resektion des Tumors laut Op-Bericht in n= 86 Fällen (334 / 25,7 %) gegeben. Die Ursachen für ein erschwertes Vorgehen bei der Operation konnten den Gruppen 2-8 zugeordnet werden (Tab. 8).

1	Keine Angaben	n = 248	74,3 %
2	Schwierige Resektion, aufgrund von starken arteriellen/venösen Blutungen oder Sickerblutungen	n = 25	7,5 %
3	Schwierige Resektion, aufgrund eines ungewöhnlich festen Tumors	n = 26	7,8 %
4	Schwierige Resektion, aufgrund von ungewöhnlich harten Knochens	n = 8	2,4 %
5	Schwierige Resektion, aufgrund von unscharfer Tumorbegrenzung	n = 8	2,4 %
6	Schwierige Resektion, aufgrund enger, anatomischer Verhältnisse	n = 11	3,2 %
7	Schwierige Resektion, aufgrund ungewöhnlicher Wachstumsrichtung des Tumors	n = 5	1,5 %
8	Schwierige Resektion, aufgrund hochstehenden bulbus venae jugularis	n = 3	0,9 %

Tab. 8 Ursachen für eine erschwerte Operation

Des Weiteren wurde die intraoperativ erkennbare Adhärenz zum N. cochlearis untersucht. Bei n=164 (334 / 49,1 %) lagen diesbezüglich Angaben vor, bei n=170 (334 / 50,9 %) fehlten sie.

Es zeigte sich n=102 Fällen (164 / 62,2 %) keine Verklebung mit dem Tumor, in n=62 Fällen (164 / 37,8 %) eine starke Affinität (Tab. 9).

	n (164)	%
Keine Adhärenz zum T.	102	62,2
Starke Adhärenz zumT.	62	37,8

Tab. 9 Adhärenz des N. VIII zum Tumorgewebe

Eine vollständige Tumorentfernung konnte in n=327 (334 / 98 %) erreicht werden.

4.6 Tonschwellenaudiometrie aller operierten Patienten

Im Laufe des Nachuntersuchungszeitraums (bis >1 Jahr postoperativ) konnten von 334 Patienten insgesamt noch 112 Patienten zum spätesten Zeitpunkt (>12 Monate postoperativ) beurteilt werden. Die Anzahl der Patienten im jeweiligen Nachuntersuchungszeitraum ist angegeben.

Die prä- und postoperativen (0-3 Monate) tonschwellenaudiometrischen Ergebnisse wurden nach Vorschlägen aus der Literatur für die Beschreibung des Hörvermögens ausgewertet.

4.6.1 Präoperativ

Bei einer Gesamtzahl von 334 operierten Patienten konnte bei n=306 (334 / 91,6 %) Patienten ein präoperatives Audiogramm mit Messwerten bei allen 8 Frequenzen (0,125, 0,25, 0,5, 1, 2, 4, 6, 8 kHz) anhand der Aktenlage ausgewertet werden.

1.) Einteilung in Hörverlustkategorien

Es wurde der Mittelwert der o.g. Frequenzen errechnet und die Patienten den unten aufgeführten Hörverlustkategorien zugeordnet:

N=61 (306 / 19,9 %) Patienten zeigten einen Hörabfall bis 20 dB.

Bei n=110 (306 / 35,9 %) Patienten wurde ein gemittelter Hörverlust von 20-40 dB festgestellt. Dieser Patientenanteil ist der höchste.

Ein Hörverlust von 40-60 dB wurde für n=106 (306 / 34,6 %) Patienten festgestellt.

Hörverlust im Bereich von 60-90 dB war bei n=27 (306 / 8,8 %) Patienten zu beobachten.

An Taubheit grenzender Hörverlust (>90 dB) wurde bei n=2 (306 / 0,8 %) Patienten festgestellt.

Abb. 9 zeigt die Verteilung des Hörverlustes der 306 transtemporal operierten Patienten zu einem präoperativen Zeitpunkt (Einteilung in oben aufgeführte Hörverlustkategorien).

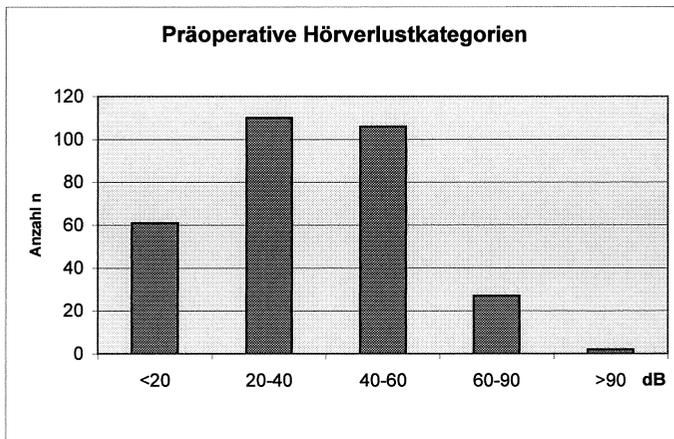


Abb. 9 Präoperative Hörverlustkategorien bei 306 Patienten

2.) hohe Frequenzen

Ein totaler Ausfall des Gehörs (>110 dB), was einzelne Frequenzen betrifft, war präoperativ bei höheren Frequenzen deutlich ausgeprägter als bei niedrigen. So litten bei der Frequenz 8 kHz n=25 Patienten an hochgradigem Hörverlust (>110 dB), bei 6 kHz waren es n=12, bei 0,25 kHz waren es n=4 Patienten, bei 0,5 kHz n=3 (Tab. 10 im Anhang).

Da bei den Audiogrammen auch Patienten mit großem (>90 dB) und totalem (>110 dB) Hörverlust in die Berechnungen mit aufgenommen wurden, ergeben sich große Werte für die Standardabweichung.

Das präoperative Audiogramm mit den Mittelwerten der jeweiligen Frequenzen verdeutlicht den überwiegend im Hochtonbereich auftretenden Hörverlust (Abb. 10).

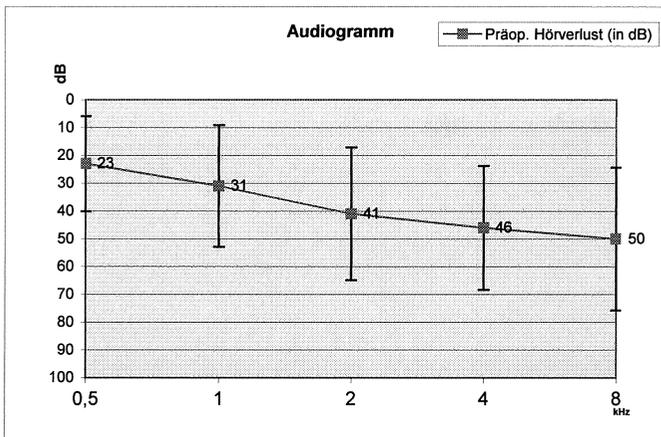


Abb. 10 Audiogramm zur Verdeutlichung des präoperativen Hörverlustes

3.) Hörverlust >50 dB

Insgesamt litten n=69 (306 / 22,5 %) Patienten an einem Hörverlust größer als 50 dB, gemessen über **alle acht Frequenzen**.

4.) Verwertbares Hörvermögen

Die transtemporale Exstirpation des Tumors wird in der Regel bei einem sog. „**verwertbaren Hörvermögen**“ (Def.s.K.2.3.2) durchgeführt. **Die** Kriterium hierfür

sind ein Hörschwellenmittelwert von 50 dB oder weniger über die Frequenzen 0,5, 1 und 2 kHz und eine Sprachdiskrimination >50 %. **N=248 Patienten (306 / 81,1%)** erfüllten präoperativ die Kriterien für ein **verwertbares Hörvermögen**.

5.) soziales Gehör

Die präoperative Hörschwelle für das **soziale Gehör** (Mittelwert der Frequenzen 0,5, 1 und 2 kHz) betrug im Mittel **33 +/- 15 dB**.

6.) Frequenzvorschläge des “Consensus on Systems for Reporting Results”

Die gemittelten dB-Werte des Reintonaudiogramms für die vom „Consensus on Systems for Reporting Results“ (Japan 2003) empfohlenen Frequenzen (0,5, 1, 2, 4 kHz) lagen präoperativ bei **37 dB**.

4.6.2 Postoperativ (0-3 Monate)

Von den 248 Patienten mit präoperativ verwertbarem Hörvermögen (s.o.) konnte bei **n=148 (248 / 60 %)** zugleich eine Einteilung in die Hörverlustkategorien vorgenommen werden. Bei n=100 (248 / 40 %) Patienten lagen für diesen Zeitraum keine Messwerte für alle 8 Frequenzen vor.

1.) Einteilung in Hörverlustkategorien:

Für n=8 (148 / 5,4 %) Patienten zeigte sich ein Hörverlust von weniger als 20 dB.

Bei n=33 (148 / 22,3 %) Patienten wurde ein gemittelter Hörverlust in einem Bereich von 20-40 dB festgestellt.

Ein Hörverlust in dem Bereich zwischen 40 und 60 dB wurde für n=40 (148 / 27,0 %) Patienten festgestellt.

Hörverlust zwischen 60 und 90 dB war bei n=40 (148 / 27 %) Patienten zu beobachten.

An Taubheit grenzender Hörverlust (>90 dB) wurde bei n=25 (148 / 16,9 %) Patienten festgestellt.

Bei n=2 Patienten (148 / 1,4 %) lagen keine verwertbaren Daten vor.

Abb. 11 zeigt die Verteilung des Hörverlustes der 148 Patienten zum Zeitpunkt 0-3 Monate postoperativ (Einteilung in oben aufgeführte Hörverlustkategorien).

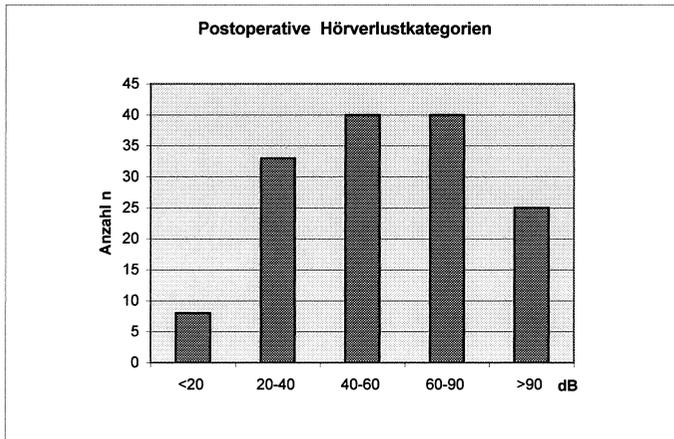


Abb. 11 Postoperative Hörverlustkategorien bei 148 Patienten

2.) hohe Frequenzen

Der Hörverlust betraf postoperativ verstärkt die mittleren Frequenzen. Die Anzahl der an hochgradigem Hörverlust leidenden Patienten war für hohe Frequenzen rückläufig. So litten bei der Frequenz 8 kHz nur noch $n=2$ Patienten an hochgradigem Hörverlust, bei 6 kHz waren es $n=5$ (Tab. 11 im Anhang).

Das postoperative (0-3 Monate) Audiogramm mit den Mittelwerten der 5 Frequenzen (0,5 bis 8 kHz) verdeutlicht den frequenzbezogenen Hörverlust (Abb. 12).

Die Mehrzahl der Patienten mit einem postoperativen (0-3 Mon.) Hörverlust > 110 dB zeigten eine Anhäufung einer Hörminderung in den Frequenzbereichen zwischen 2,0 und 6,0 kHz, präoperativ lag deren Spitze - einer exponentiellen Kurve gleichend - bei 8,0 kHz (Tab. 10 im Anhang).

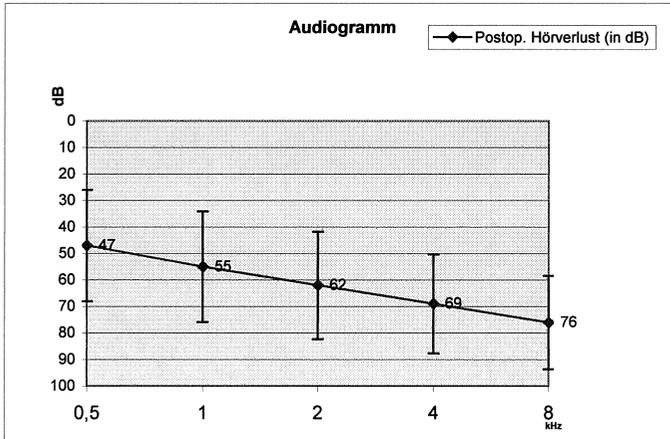


Abb. 12 Postoperatives Audiogramm (0-3 Monate) zur Verdeutlichung des frequenzbezogenen Hörverlustes

3.) Hörverlust >50 dB

Gemessen über **alle 8 Frequenzen**, litten **n=79 (148 / 53,4 %)** Patienten an einem Hörverlust >50 dB.

4.) verwertbares Hörvermögen

Im o.g. Zeitraum konnte von 248 Patienten, die präoperativ ein verwertbares Hörvermögen aufwiesen, dieses bei **n=148 (248 / 59,7 %)** Patienten erhalten werden.

5.) soziales Gehör

Die Hörschwelle für das sog. **soziale Gehör** betrug im Mittel **55 +/- 22 dB**.

6.) Frequenzvorschläge des "Consensus on Systems for Reporting Results"

Die gemittelten dB-Werte des Reintonaudiogramms für die vom „Consensus on

Systems for Reporting Results” (Japan 2003) empfohlenen Frequenzen (0,5, 1, 2, 4 kHz) lagen postoperativ bei **58 dB**.

7.) Gardner 1-3 (modifizierte Klassifikation nach Tonn et al. 2002)

Ein Hörerhalt nach den Kriterien von Gardner/Robertson, (abgeleitet aus den Hörverlustkategorien) war bei n=121 Patienten (148 / 81,7 %) möglich.

4.6.3 Vergleiche

Hierbei wurden die Patienten selektiert und ausgewertet, bei denen zu jeweils beiden Zeitpunkten ein Messwert der gleichen Frequenz vorhanden war. Dies bedeutet, dass auch bei den präoperativen Frequenzen nicht bei jedem Vergleich die gleichen Patienten einbezogen werden (sondern nur die, bei denen auch zum anderen Zeitpunkt eine Messung vorhanden war). Das führt zu kleinen Abweichungen bei der Berechnung der Mittelwerte.

4.6.3.1 Vergleich der Meßreihen präoperativ und 0-3 Monate postoperativ

Es wurden paarweise die jeweils gleichen Frequenzen zu den o.g. Zeitpunkten verglichen. Es liegt in allen Fällen bei dem direkten Vergleich der o.g. Meßreihen Signifikanz vor (Tab. 12, 13 im Anhang).

Bei der Frequenz **0,125 kHz** hat sich das Hörvermögen 16 mal verbessert, in 85 Fällen verschlechtert. In 6 Fällen blieb das Hörvermögen unverändert.

Die für das soziale Gehör wichtigen Frequenzen:

Die Hörschwelle für **0,5 kHz** erhöhte sich bei n=109 (334 / 32,6 %) Patienten von 24 dB präoperativ auf 47 dB postoperativ, d.h. um 23 dB.

Die Hörschwelle für **1,0 kHz** erhöhte sich bei n=112 (334 / 34,5 %) Patienten um 24 dB (55 dB gegenüber 31 dB präoperativ).

Die Hörschwelle für **2,0 kHz** erhöhte sich bei n=104 (334 / 31,1 %) Patienten um 20 dB (62 dB gegenüber 42 dB präoperativ).

Bei den Frequenzen **4** und **8 kHz** war ebenfalls eine Erhöhung der Hörschwelle zu bemerken (Abb. 13).

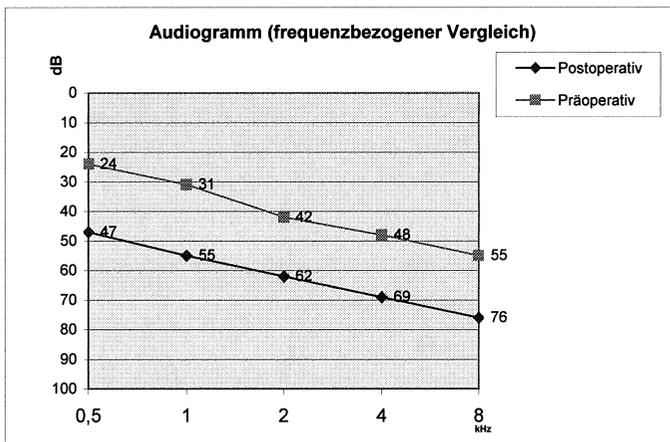


Abb. 13 Vergleich der Audiogramme präoperativ und 0-3 Monate postoperativ
(Die Standardabweichungen sind aus Gründen der Übersicht in den Audiogrammen Abb. 10 und Abb. 12 aufgeführt)

4.6.3.2 Vergleich der Messreihen: 0-3 Monate postoperativ und > 1 Jahr postoperativ

Im direkten Vergleich der o.g. Meßreihen unterscheidet sich einzig die Frequenz 0,125 kHz **nicht** signifikant voneinander ($p < 0,05$).

Der für kleine n sicherere Monte-Carlo-Test ergibt das gleiche Ergebnis (Erläuterungen s. Anhang).

Die für das soziale Gehör wichtigen Frequenzen:

Die Hörschwelle für **0,5 kHz** erhöhte sich bei n=109 (334 / 32,6 %) Patienten um 4 dB (51 dB z. Zeitpunkt >1Jahr gegenüber 47 dB 0-3 Monate postoperativ).

Die Hörschwelle für **1,0 kHz** erhöhte sich bei n=112 (334 / 33,5 %) Patienten um 0,7 dB (55,3 dB z. Zeitpunkt >1Jahr gegenüber 54,6 dB 0-3 Monate postoperativ).

Die Hörschwelle für **2,0 kHz** erniedrigte sich bei n=104 (334 / 31 %) Patienten um 1 dB. (61dB z. Zeitpunkt >1Jahr gegenüber 62 dB 0-3 Monate postoperativ).

Der Mittelwert der Hörschwelle für das **soziale Gehör** betrug 55 +/- 22 dB zum Zeitpunkt 0-3 Monate postoperativ gegenüber 56 +/- 22 dB zurzeit >1Jahr postoperativ.

4.6.3.3 Vergleich der Messreihen präoperativ und > 1Jahr postoperativ

Beim Vergleich der Daten zu den o.g. Messzeitpunkten ergibt sich anhand des Wilcoxon-Tests: (Erläuterungen s. Anhang)

Kein signifikanter Unterschied bei 0,125 kHz; bei den anderen Frequenzen, also auch denen des sozialen Gehörs, lag Signifikanz vor.

Die Hörschwelle für **0,5 kHz** erhöhte sich bei n=13 (334 / 3,9 %) Patienten im Mittel um 27 dB (51 gegenüber 24 dB präoperativ). Bei 5 (334 / 1,5 %) Patienten verbesserte sich das Hörvermögen, bei keinem stagnierte es.

Die Hörschwelle für **1,0 kHz** erhöhte sich bei n=12 (334 / 3,6 %) Patienten um 24 dB (55 dB gegenüber 31 dB präoperativ). Bei insgesamt 18 bei dieser Frequenz zu bewertenden Patienten, blieb das Hörvermögen bei n=2 (334 / 0,6 %) unverändert, bei n=4 (334 / 1,2 %) verbesserte es sich.

Die Hörschwelle für **2,0 kHz** erhöhte sich bei n=12 (334 / 3,6 %) Patienten um 19 dB (61 dB gegenüber 42 dB präoperativ). Von insgesamt 17 Patienten, die in die Bewertung dieser Frequenz eingingen, blieben n=2 (334 / 0,6 %) unverändert, n=3 (334 / 0,9 %) konnten ihr Hörvermögen verbessern.

Der Mittelwert der Hörschwelle für das **soziale Gehör** veränderte sich von 33 +/- 15 dB präoperativ auf 56 +/-28 dB zum Zeitpunkt >1Jahr postoperativ.

Die Mittelwerte des Hörverlustes der einzelnen Frequenzen im Vergleich präoperativ und >1 Jahr postoperativ zeigt Abb. 14.

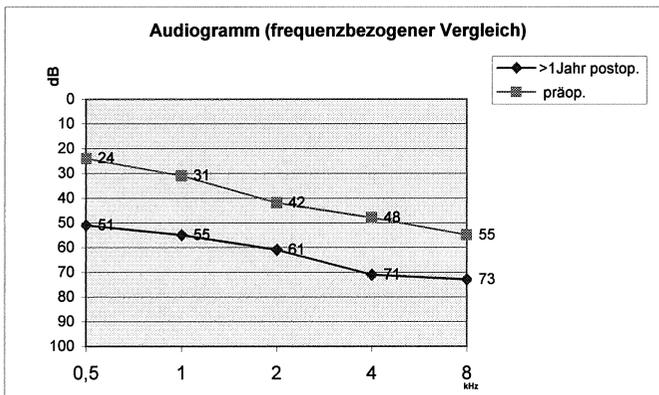


Abb. 14 Vergleich der Audiogramme präoperativ und > 1 Jahr postoperativ

(Die Standardabweichungen sind aus Gründen der Übersicht in den einzelnen Audiogrammen aufgeführt)

4.6.3.4 Verlauf

Die Berechnungen des Hörverlustes über **alle Frequenzen** (0,125 bis 8 kHz) ergaben die Mittelwerte der Messreihen präoperativ (A-SCHNITT), 0-3 Monate postoperativ (B-SCHNITT), 3-6 Monate postoperativ (C-SCHNITT) und 6-12 Monate postoperativ (D-SCHNITT).

Der Durchschnitt mit Standardabweichung innerhalb des Konfidenzintervalls über alle 8 Frequenzen ist in chronologischer Reihenfolge in Abb. 15 dargestellt.

Wie im Anhang erläutert, wurde anstelle der einfachen Standardabweichung ein Konfidenzintervall (95 %) gewählt.

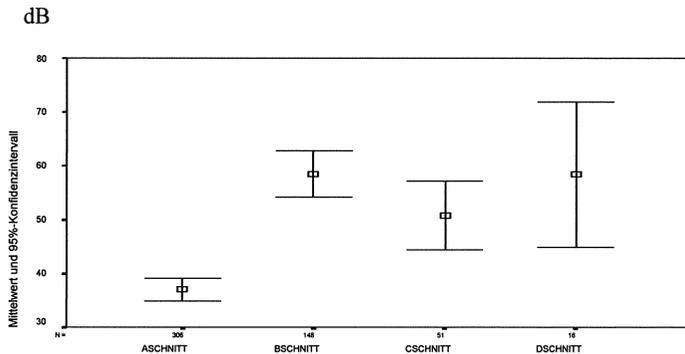


Abb. 15 Darstellung der Mittelwerte der Messreihen innerhalb des Konfidenzintervalls

A: Mittel = 37 dB
Std.abw. = 18,8 dB

C: Mittel = 50,7 dB
Std.abw. = 22,7 dB

B: Mittel = 58,8dB
Std.abw. = 22,7 dB

D: Mittel = 58,4 dB
Std.abw. = 25,3 dB

4.7 Audiogramm der Patienten mit rein intrameatalen Tumoren (n=83)

4.7.1 Präoperativ

Bei einer Patientenzahl von n=83 (334 / 24,9 %) mit rein intrameatalen Tumoren konnte ein präoperatives Audiogramm anhand der Aktenlage ausgewertet werden.

Für n=20 (83 / 24,1 %) Patienten zeigten sich annähernd normale Hörverhältnisse, d.h. ein Hörverlust von weniger als 20 dB.

Bei n=31 (83 / 37,3 %) Patienten wurde ein Hörverlust in einem Bereich von 20-40 dB festgestellt. Ein Hörverlust von 40-60 dB wurde für n=26 (84 / 31,4 %) Patienten festgestellt. Hörverlust von 60-90 dB war bei n=6 (84 / 7,2 %) Patienten zu beobachten. An Taubheit grenzender Hörverlust (>90 dB) wurde bei n=0 Patienten festgestellt.

Tab. 14 zeigt die Verteilung der gemittelten Hörverluste in Bezug auf die einzelnen Frequenzen:

Frequenz: (kHz)	Mittelwert in dB: mit Std. Dev.
0,125	19 +- 17
0,250	18 +- 13
0,500	20 +- 16
1,0	26 +- 21
2,0	38 +- 23
4,0	44 +- 24
6,0	48 +- 27
8,0	53 +- 31

Tab. 14 Mittelwerte bei den Frequenzen 0,125 - 8 kHz mit Standardabweichung

Der Hörschwellenmittelwert über die Frequenzen des für die Bestimmung des **sozialen Gehörs** notwendigen Frequenzen beträgt **25 dB** +- 20 dB.

4.7.2 Postoperativ

Bei einer Patientenzahl von n=66 (334 / 19,8 %) mit rein intrameatalen Tumoren wurde ein Audiogramm vom Zeitpunkt 0-3 Monate postoperativ, anhand der Aktenlage ausgewertet.

Für n=6 (66 / 9,1 %) Patienten zeigte sich ein Hörverlust von weniger als 20 dB. Bei

n=16 (66 / 24,2 %) Patienten wurde ein Hörverlust von 20-40 dB festgestellt. Ein

Hörverlust von (40-60 dB) wurde für n=15 (66 / 22,7 %) Patienten festgestellt.

Hörverlust im Bereich von 60-90 dB war bei n=15 (22,7 %) Patienten zu beobachten.

An Taubheit grenzender Hörverlust (>90 dB) wurde bei n=14 (66 / 21,2 %) Patienten festgestellt.

Tab. 15 zeigt die Verteilung der gemittelten Hörverluste in Bezug auf die einzelnen Frequenzen:

Frequenz: (kHz)	Mittelwert in dB: Mit Std.Dev.
0,125	47 +- 33
0,250	43 +- 31
0,500	49 +- 33
1,0	56 +- 33
2,0	61 +- 38
4,0	68 +- 30
6,0	72 +- 28
8,0	75 +- 28

Tab. 15 Mittelwerte bei den Frequenzen 0,125 - 8 kHz mit Standardabweichung

Der Hörschwellenmittelwert über die Frequenzen des **sozialen Gehörs** beträgt **56 dB +- 26 dB**.

4.7.3 Vergleich

Direkter Vergleich der audiometrischen Daten zu den Zeitpunkten präoperativ, 0-3 Monate postoperativ, und >1 Jahr postoperativ bei Patienten mit rein intrameatalen Tumoren (Abb. 16).

Die Hörminderung bei der Messung über alle Frequenzen hat sich leicht vom Bereich 20 bis 40 dB in die Bereiche 60-90 und >90 dB verschoben.

Die stärkste Veränderung des Mittelwerts bei den frequenzbezogenen Messungen ergab sich bei 0,5 kHz (von 20 dB auf 49 dB).

Nach transtemporaler Akustikusneurinomentfernung betrug die Hörschwelle postoperativ (0-3 Monate) 56 dB für das sogenannte soziale Gehör (500-2000 Hz) gegenüber 25 dB präoperativ.

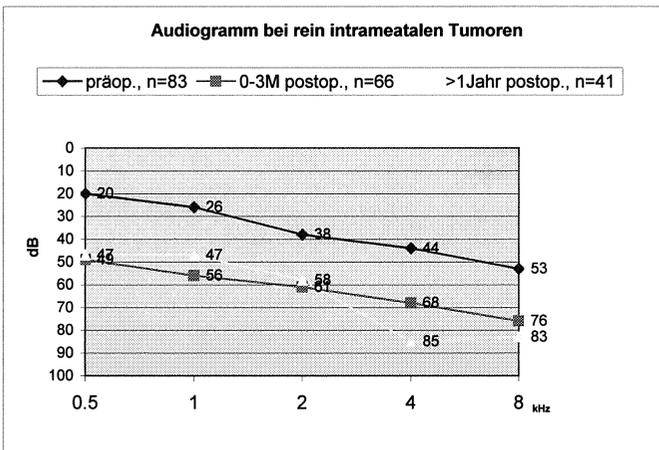


Abb. 16 Vergleich der audiometrischen Daten zu den Zeitpunkten präoperativ, 0-3 Monate postoperativ und >1 Jahr postoperativ bei Patienten mit rein intrameatalen Tumoren

4.8 Tonschwellenaudiometrie bei Tumoren mit extrameatalem Anteil

Bei einer Patientenzahl von n=37 (334 / 11,0 %) mit intra- und extrameatalen Tumoranteilen konnte ein präoperatives Audiogramm mit einem postoperativen (0-3 Monate) in Beziehung gesetzt werden.

4.8.1 Präoperativ

Einen Hörverlust <20 dB im gemittelten Tonschwellenaudiogramm über 8 Frequenzen (0,125 bis 8 kHz) wurde präoperativ bei 5 (37 / 13,2 %) der Patienten festgestellt. 20 bis 40 dB Hörverlust war bei 13 (37 / 34,2 %) der Patienten zu verzeichnen. Ebenfalls 13 (37 / 34,2 %) der Patienten litten an einem Hörverlust zwischen 40 und 60 dB. Zwischen 60 und 90 dB Hörverlust wurde bei n=6 (37 / 15,8 %) Patienten gemessen. Mehr als 90 dB Hörverlust hatte 1 Patient (37 / 2,6 %).

4.8.2 Postoperativ

Im Zeitraum 0-3 Monate postoperativ war bei n=3 Patienten (37 / 8,1 %) ein Hörverlust weniger als 20 dB zu verzeichnen. 20-40 dB Hörverlust hatten n=9 (37 / 24,4 %) der Patienten. N=7 (37 / 18,9 %) Patienten litten an einem Hörverlust zwischen 40 und 60 dB. Ein Hörverlust zwischen 60 und 90 dB war bei n=13 (37 / 35,1 %) zu bemerken. Hörverlust > 90 dB hatten n= 5 Patienten (37 / 13,5 %). Die Mittelwerte der Tonaudiogramme über alle Frequenzen dieser 37 Patienten zeigen im postoperativen Verlauf ungünstigere Hörresultate (Abb. 17).

Audiogramm bei intra- und extrameatalen Tumoren

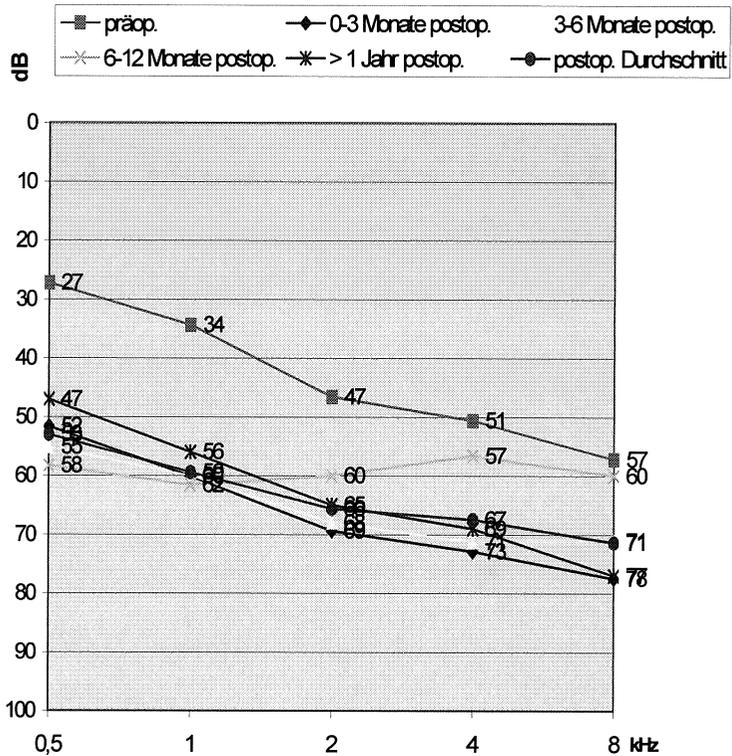


Abb. 17 Vergleich der audiometrischen Daten zu den Zeitpunkten präoperativ, 0-3 Monate, 6-12 Monate und >1 Jahr postoperativ mit dem postoperativem Durchschnitt bei Patienten mit intra- und extrameatalen Tumoren (Standardabweichungen sind in den einzelnen Audiogrammen aufgeführt).

4.9 Tonschwellenaudiometrie in Abhängigkeit der TumorgroÙe

Ein signifikanter Unterschied in den präoperativen Hörschwellen in Abhängigkeit von der TumorgroÙe ließ sich bei dem untersuchten Patientengut nicht nachweisen.

Tonschwellenaudiometrischer Vergleich von Tumoren unterschiedlichen Volumens zum Zeitpunkt präoperativ mit dem Durchschnitt der postoperativen Messungen:

Hierbei fanden sich stärkere Tonschwellenabweichungen bei mittelgroÙen und groÙen Tumoren gegenüber den kleineren Tumoren im Vergleich prä- zu postoperativ. Dieser Unterschied erfüllt nur für die Frequenzbereiche 1 kHz und 8 kHz bei Tumorumfängen von 500-1000 mm³ nach dem t-Test beim Vergleich von Mittelwerten

Signifikanzniveau ($p < 0,05$).

Der Mittelwert der Hörschwelle für den Frequenzbereich 0,5 – 8 kHz betrug bei Tumoren bis 50 mm³ präoperativ 42 dB, und bei Tumoren zwischen 50 und 100 mm³ 46 dB.

Postoperativ lag dieser Wert für kleinere Tumoren (bis 50 mm³) bei 60 dB und für Tumoren zwischen 50 und 100 mm³ bei 61 dB.

Dieses Ergebnis der postoperativen Hörschwellen in Abhängigkeit von der TumorgroÙe ist statistisch nicht signifikant. Der Mittelwert der Hörschwelle für den Frequenzbereich 0,5 - 8 kHz betrug bei Tumoren mit Volumina zwischen 100 und 500 mm³ präoperativ 35 dB, und bei Tumoren zwischen 500 und 1000 mm³ 40 dB. Postoperativ lag dieser Wert für erstgenannte Tumoren bei 60 dB und für Tumoren zwischen 500 und 1000 mm³ bei 61 dB (Abb. 18-22).

Die prozentuale Abweichung der Hörschwellen im Vergleich prä- zu postoperativ war, wie Tab. 15 zeigt, bei groÙen Tumoren ausgeprägter als bei kleinen Tumoren. Die relativ größten Veränderungen ergaben sich bei Tumoren zwischen 100-500 mm³ bei der Frequenz von 0,5 kHz (+174,8 %) und bei Tumoren mit 500-1000 mm³ bei der Frequenz 1kHz (+136,6 %).

Die geringste, relative Veränderung wiesen kleine Tumoren (bis 50 mm³) bei den Frequenzen 0,5 (+34,9 %) und 8 kHz (+32,0 %) auf. Auch bei sehr groÙen Tumoren

(>1000 mm³) war bei der Frequenz von 8 kHz eine nur kleine (19,1 %) prozentuale Veränderung festzustellen (Tab. 16).

Ein Rückgang der Hörschwelle wurde bei einzelnen Patienten für einige Frequenzen gesehen, es wirkte sich jedoch im Mittelwert nicht aus.

Frequenz (kHz)	0,5	1	2	4	8
	dB(prä/post) Veränderung (%)				
>50mm ³	26 / 34 +34,9 %	33 / 54 +61,8 %	44 / 69 +56,2 %	47 / 69 +45,8 %	59 / 77 +32,0 %
50-100mm ³	25 / 54 +114,8 %	33 / 56 +69,4 %	39 / 58 +48,0 %	47 / 64 +35,7 %	58 / 68 +16,1 %
100-500mm ³	18 / 49 +174,8 %	26 / 54 +105,6 %	38 / 61 +60,3 %	43 / 65 +53,8 %	51 / 74 +43,8 %
500-1000mm ³	29 / 52 +79,3 %	30 / 71 +136,6 %	45 / 70 +56,2 %	48 / 67 +42,9 %	50 / 88 +75,2 %
>1000mm ³	33 / 68 +107,7 %	33 / 73 +117,7 %	41 / 73 +77,4 %	43 / 70 +61,6 %	71 / 84 +19,1 %

Tab. 16 Relative Veränderungen der Hörschwellen im Vergleich prä- zu postoperativ (Durchschnitt der postoperativen Messungen) in Relation zur TumorgroÙe.

1.) Tumolvolumen bis 50 mm³

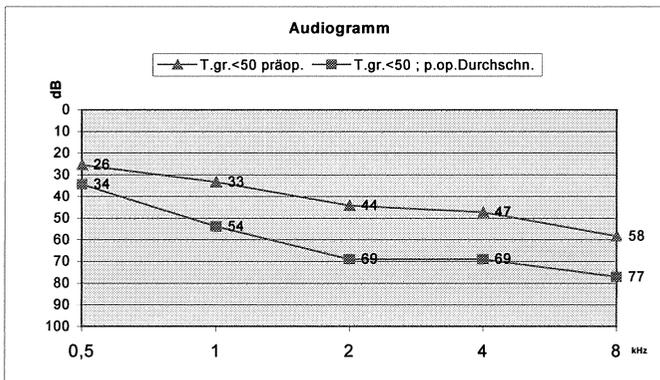


Abb. 18 Tonschwellenaudiometrischer Vergleich (n=18) von Tumoren bis 50 mm³ zum Zeitpunkt präoperativ mit dem Durchschnitt der postoperativen Messungen

Präoperativer Durchschnitt über die Frequenzen 0,5, 1, 2, 4, 8 kHz: =>42 dB
 Postoperativer Durchschnitt über die Frequenzen 0,5, 1, 2, 4, 8 kHz: =>60 dB
 Differenz: 18 dB

2. Tumorzvolumen zwischen 50 und 100 mm³

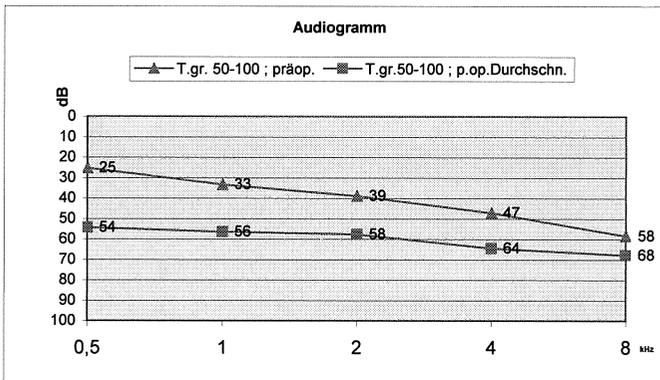


Abb. 19 Tonschwellenaudiometrischer Vergleich (n=15) von Tumoren zwischen 50 und 100 mm³ zum Zeitpunkt präoperativ mit dem Durchschnitt der postoperativen Messungen

Präoperativer Durchschnitt über die Frequenzen 0,5, 1, 2, 4, 8 kHz: =>47 dB
 Postoperativer Durchschnitt über die Frequenzen 0,5, 1, 2, 4, 8 kHz: =>61 dB
 Differenz: 14 dB

3. Tumorvolumen von 100 bis 500 mm³

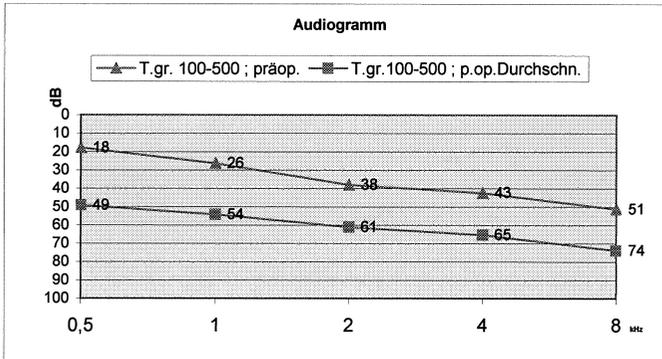


Abb. 20 Tonschwellenaudiometrischer Vergleich (n=33) von Tumoren zwischen 100 und 500 mm³ zum Zeitpunkt präoperativ mit dem Durchschnitt der postoperativen Messungen

Präoperativer Durchschnitt über die Frequenzen 0,5, 1, 2, 4, 8 kHz: =>35 dB

Postoperativer Durchschnitt über die Frequenzen 0,5, 1, 2, 4, 8 kHz: =>61 dB

Differenz: 26 dB

4. Tumore mit einem Volumen von 500-1000 mm³ (n=8)

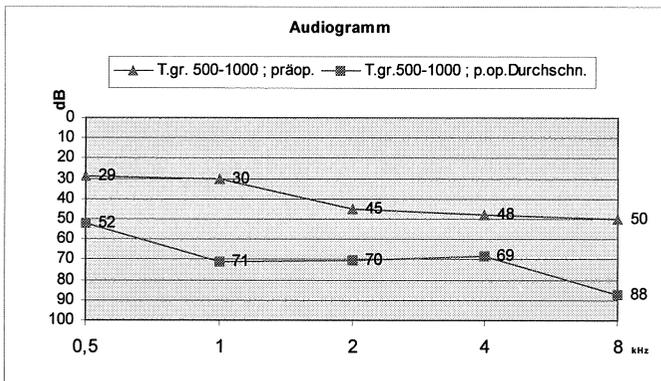


Abb. 21 Tonschwellenaudiometrischer Vergleich (n=8) von Tumoren zwischen 500 und 1000 mm³ zum Zeitpunkt präoperativ mit dem Durchschnitt der postoperativen Messungen

Präoperativer Durchschnitt über die Frequenzen 0,5, 1, 2, 4, 8 kHz: =>40 dB
 Postoperativer Durchschnitt über die Frequenzen 0,5, 1, 2, 4, 8 kHz: =>70 dB
 Differenz: 30 dB

5. Tumore mit Volumina >1000 mm³ (n=6)

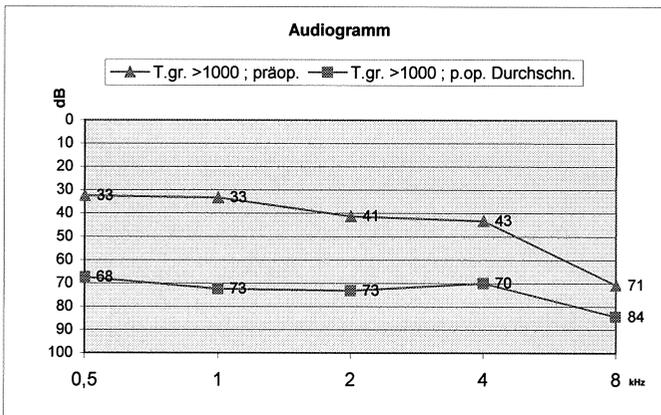


Abb. 22 Tonschwellenaudiometrischer Vergleich (n=6) von Tumoren > 1000 mm³ zum Zeitpunkt präoperativ mit dem Durchschnitt der postoperativen Messungen

Präoperativer Durchschnitt über die Frequenzen 0,5, 1, 2, 4, 8 kHz: =>44 dB
 Postoperativer Durchschnitt über die Frequenzen 0,5, 1, 2, 4, 8 kHz: =>88 dB
 Differenz: 43 dB

4.10 Sprachaudiometrie

Präoperativ wiesen die nachuntersuchten Patienten eine Verständlichkeit für Zahlen von 50 % auf bei einer gemittelten Lautstärke von 42,2 dB +/- 18,8 dB (n = 106).

Für eine Übertragung der prä- und postoperativen Daten auf das vom US-„Committee on Hearing and Equilibrium“ vorgeschlagene ABCD-Schema konnten die Daten von **n=326** (334 / 97,6 %) Patienten verwendet werden (Tab. 17, Abb. 23).

Präoperativ:

A	B	C	D
n=140	n=108	n=65	n=13
43 %	33 %	20 %	4 %

Postoperativ:

A	B	C	D
n=98	n=50	n=42	n=136
30 %	15 %	13 %	42 %

Tab. 17 Prä- und postoperativer Vergleich gemäß AAO-HNS bei n=326 Patienten

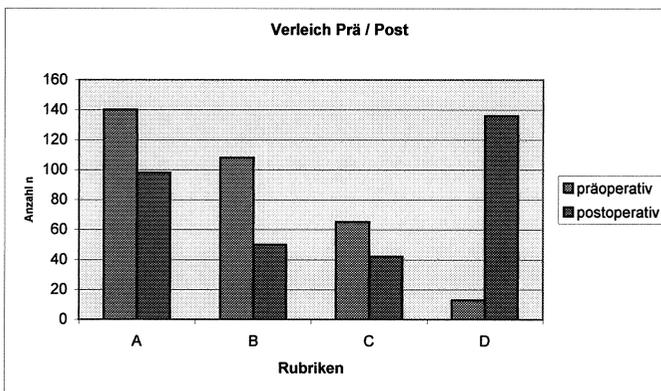


Abb. 23 Prä- und postoperativer Vergleich gemäß AAO-HNS bei n=326 Patienten

Postoperativ zeigte sich eine Verständlichkeit für Zahlen von 50 % bei einer gemittelten Lautstärke von 63,7 dB +/-19,6 dB. Die Differenz (präop. gegen postop.) erreicht hier Signifikanz im t-Test zum Vergleich von Mittelwerten bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $p < 0,05$.

Im Zeitraum bis zu 3 Monaten postoperativ hatten 34 Patienten eine Sprachdiskrimination von mindestens 50 % für die Schwelle von 50 dB.

Des weiteren konnten Patienten selektiert werden, bei denen eine Angabe zur Lokalisation des Tumors, Daten aus der Magnetresonanztomographie zur Volumenberechnung und eine Einteilung in o.g. Klassifikation möglich war (**n=75**). Dies ergibt die Kollektive:

Patienten mit rein intrameatalen Tumoren: n=47
 Patienten mit intra- und extrameatalen Tumoranteilen: n=28

Die Volumenberechnung beim Kollektiv der rein intrameatal und intra- und extrameatal gelegenen Tumore, ergibt anhand der Magnetresonanz-Daten bei n=75 Patienten:

n=23 (75 / 30,6 %)	mit Tumoren der Größe	< 50 mm ³ ,
n =45 (75 / 60 %)	mit Tumorgrößen zwischen	100 und 500 mm ³
n =7 (75 / 9,4 %)	mit einem Tumolvolumen von	500 bis 1000 mm ³ .

Übertragen auf die Einteilung des „Committee on Hearing and Equilibrium“ (K. 2.3.2) ergibt sich bei n=75 Patienten die folgende Verteilung (Tab. 18, 19; Abb. 23, 24):

Präoperativ:

	A	B	C	D
i.m.(47)	n=25 54 %	n=12 26 %	n=8 16 %	n=2 4 %
i.m.+e.m.(28)	n=13 46,5 %	n=14 30,0 %	n=5 18 %	n=2 5,5 %

Tab. 18 Präoperative, bei intra- und extrameatalen Tumoren bestimmte Hörkategorien gemäß AAO-HNS

Postoperativ:

	A	B	C	D
i.m. (47)	n=19 (40,4 %)	n=9 (19,1 %)	n=6 (12,8 %)	n=13 (27,6 %)
i.+e.m.(28)	n=7 (25 %)	n=5 (17,8 %)	n=3 (10, %)	n=13 (46,4 %)

Tab. 19 Postoperative, bei intra- und extrameatalen Tumoren bestimmte Hörkategorien gemäss AAO-HNS

Die Klassen A und B fallen von einem präoperativen Wert von zusammen n=248 (326 / 76 %) auf postoperativ 45 % ab, die Klassen C und D steigen von 24 % auf 55 % im postoperativen Ergebnis an.

Bei zusätzlicher Beurteilung der Tumorlokalisation zeigt sich, dass die Kategorie D (schlechteste Kategorie) prozentual mit n=13 postoperativ deutlich stärker bei intra- und extrameatalen Tumoren vertreten ist (28 /46,4 %) als bei rein intrameatalen Tumoren (47 / 27,6 %).

Präoperativ zeigte sich Kategorie D bei 4 % bei intrameatalen Tumoren und bei 5,5 % der intra- und extrameatalen Tumoren (Abb. 24, 25).

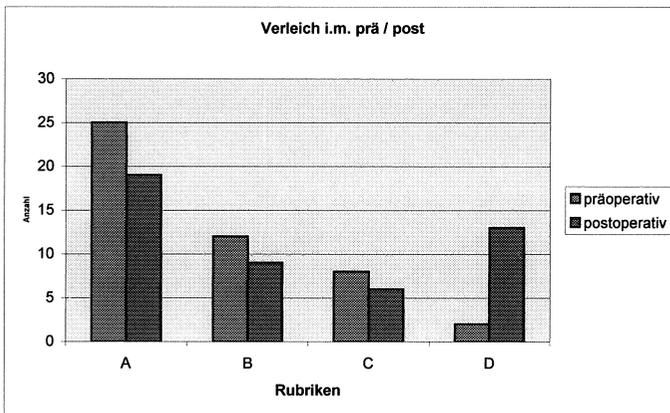


Abb. 24 Prä- und postoperativer Vergleich intrameataler Tumore gemäß AAO-HNS

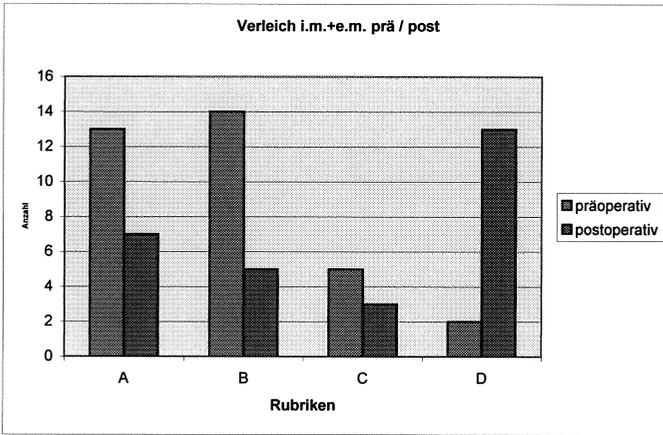


Abb. 25 Prä- und postoperativer Vergleich intra- und extrameataler Tumore gemäß AAO-HNS

5. Diskussion

Diskussion der anamnestisch erhaltenen Daten:

In der Zeit von 1989 bis 2000 wurden in Würzburg insgesamt 334 Patienten an einem Akustikusneurinom transtemporal operiert. Diese Gruppe setzte sich aus 161 Frauen und 173 Männern zusammen. Am häufigsten traten Akustikusneurinome bei den 50-60 jährigen Patienten auf.

Anamnestischen Daten zufolge sind einseitige Hörstörungen, die sich z.B. als Tinnitus, Hörminderung oder Ohrgeräusche äußern, allein nicht zwingend für das Vorliegen eines Akustikusneurinoms, können aber in Kombination mit Vestibulariszeichen die Verdachtsdiagnose einer intracraniellen Raumforderung erhärten, die unbedingt die Einleitung weiterer diagnostischer Maßnahmen erfordert.

Geyer et al. (1985) diagnostizierten bei 46 Patienten in 50-90 % als Erstsymptom Schwerhörigkeit, danach folgten Ohrsausen und Schwindelbeschwerden. Mit geringerer Häufigkeit wurde Druckgefühl im Ohrbereich, Übelkeit oder Ohrenscherzen genannt. Aus Tabelle 4 wird ersichtlich, dass in unserem untersuchten Patientengut Hörminderung, Schwindelerscheinungen (Vertigo) und Tinnitus in den aufgeführten Formen zu den Leitsymptomen dieser Tumorerkrankung zählen, und sie auch in der genannten Reihenfolge auftreten. Zum Zeitpunkt der Anamneseerhebung wurde bei 66,6 % der Patienten eine Hörminderung festgestellt, 55,4 % der Patienten beklagten Tinnitus. Schwindelerscheinungen z.B. im Sinne eines Drehschwindels, Unsicherheit bei Dunkelheit oder ataktischem, unsicheren Gang wurden von 62,6 % der Patienten angegeben.

Bergeron et al. (1985) untersuchten ebenfalls Erstsymptome eines Akustikusneurinoms. Sie fanden Schwerhörigkeit, Ohrsausen und Schwindel in fallender Häufigkeit. An Taubheit grenzender Hörverlust (>90 dB) wurde präoperativ bei 2 Patienten festgestellt, n=61 (306 / 19,9 %) Patienten zeigten in unserem Patientengut einen Hörabfall bis 20 dB.

Auch Fisch et al. (1974) berichten von einem präoperativen, einseitigen, fortschreitenden Hörverlust mit oder ohne Tinnitus bei 91 % der Fälle (n=33). In unserer Arbeit lagen bei 334 nachuntersuchten Patienten die Zahlen für eine subjektiv

empfundene Hörminderung mit oder ohne Tinnitus bei 66,6 %, davon bei 59,0 % im Rahmen eines subjektiv empfundenen Hörsturzes.

Diskussion der Bestimmung von Tumorgöße:

Die Frage nach der Bestimmung der Tumorgöße bei Akustikusneurinomen wird unterschiedlich diskutiert und konnte bis heute nicht ausreichend beantwortet werden. Es werden verschiedene Messverfahren propagiert z.B. die Messung des größten Durchmessers im Kleinhirnbrückenwinkel oder des Längsdurchmesser des Tumors im inneren Gehörgang mit oder ohne Messung der senkrechten Achse.

Eine einfache longitudinale Messung ist jedoch nicht mehr zeitgemäß (Wolf et al. 2003).

Wolf et al. (2003) untersuchten 61 Patienten, die über einen erweiterten transtemporalen Zugang operiert wurden. Aus MR-Bildern konnten drei Tumordurchmesser bestimmt werden, der erste entsprach der Achse entlang des inneren Gehörganges im horizontalen Schnitt, der zweite der Achse senkrecht zu der ersten in ihrer größten Ausdehnung und der dritte im koronalen Schnittbild der Achse in kraniokaudaler Richtung. Aus diesen Messwerten wurde das arithmetische Mittelmaß genommen und daraus - unter Annahme des Vorliegens eines kugelförmigen Tumors - dessen Volumen errechnet und mit der intraoperativen Messung (Verdrängung einer Flüssigkeit) verglichen.

Dabei ergab sich, dass das mathematische Modell einer Kugelberechnung am ehesten bei Tumorgößen der Wigand-Kategorie B (intra- und extrakanalikuläre Tumore ohne Kontakt zum Hirnstamm) zutrifft. Reine intrakanalikuläre Tumore (Wigand A) werden mit diesem Rechenmodell in ihrer Größe unterschätzt, wohingegen größere Tumoren (intra - und extrakanalikulär ohne Hirnstammkontakt = Wigand B) leicht überschätzt werden.

Da der Tumor, der vom inneren Gehörgang ausgeht, mit hoher Wahrscheinlichkeit in den wenigsten Fällen genau kugelförmig ist, ist dieses Denkmodell, auch wenn das arithmetische Mittel genommen wird, fehlerbehaftet.

Die Bestimmung der Tumolvolumina in vorliegender Studie stützt sich ebenfalls auf radiologische Daten und der daraus gewonnenen Achsenlängen. Es wurde jedoch nicht zwangsläufig von einem kugelförmigen Tumor ausgegangen, sondern je nach Anzahl der im OP-Bericht bestimmten Achslängen, beim Vorliegen nur einer Achse von einem kugelförmigen, beim Vorliegen von 2 Achslängen von einem Rotationsellipsoid, bzw. bei 3 Angaben von einem ellipsoid-förmigen Tumor ausgegangen. Gemäß der mathematischen Formel für das Volumen dieser Körper wurde der entsprechende Wert errechnet.

Die Annahme von ellipsoid- bzw. rotationsellipsoidförmigen Tumoren ist eine rein mathematische Denkweise, die nicht die komplexe Anatomie des Tumors erfassen kann.

Beginnt der Tumor im inneren Gehörgang, wächst er, den anatomischen Gegebenheiten folgend, entlang dieses Ganges Richtung zentral. Der knöcherne Gehörgang ähnelt jedoch eher einem Zylinder bzw. einer Rotationsellipse als einer Kugel, weshalb die Berechnung von Raumkörpern wie ellipsoid- bzw. rotationsellipsoidförmigen Tumoren die Realität besser beschreiben. Dies erklärt auch, warum bei der Studie von Wolf (2003) das Volumen bei Tumoren des inneren Gehörganges unterschätzt wird; denn das arithmetische Mittel aus zwei kleinen und einem großen Wert zur Berechnung eines kugelförmigen Volumens ergibt kleinere Beträge für das Volumen als die Annahme eines länglichen Körpers - einem Ellipsoid - und die daraus folgende Volumenberechnung.

Es herrscht Einigkeit darüber, dass die genaueste Methode die des sog. „voxel count“ ist, eine anhand von Schnittbildern bei der Computer- bzw. Magnetresonanztomographie gewonnener dreidimensionaler Darstellung des Volumens in Würfeln. Der Begriff „Voxel“ steht für die kleinste Volumeneinheit, vergleichbar dem „Pixel“ (=Bildpunkt) bei der zweidimensionalen Darstellung. Diese Methode stand nicht zur Verfügung, zumal viele Patienten ihre Untersuchung an heimatnahen Institutionen erhielten.

Unsere Messung des Tumolvolumens mit der mathematischen Formel der o.g. Raumpörper wird sich in der Praxis evtl. etwas schwieriger umsetzen lassen als die Berechnung eines reinen Kugel-Volumens. Vorstellbar ist jedoch durchaus, dass in ein Computerprogramm die Anzahl der gemessenen Achsen sowie deren Betrag eingegeben werden und hieraus das Volumen errechnet werden kann.

Diskussion, den präoperativen Hörverlust betreffend:

Die **Hypakusis** stellt präoperativ ein häufig beklagtes Symptom dar. Dies zeigte sich auch in den Audiogrammen:

Gemessen über die Frequenzen 0,125 bis 8 kHz litten n=69 Patienten (306 / 22,5 %) an einem Hörverlust >50 dB.

Die Tatsache, dass die Anzahl der schwerhörigen Patienten in Richtung höherer Frequenzen fast exponentiell steigt, bestätigt die Beobachtung, dass die Hypakusis häufig den höheren Frequenzbereich betrifft. So litten in unserer Untersuchung bei der Frequenz 8 kHz n=25 Patienten an hochgradigem Hörverlust, bei 6 kHz waren es n=12. Bei 0,25 kHz waren es n=4, bei 0,5 kHz n=3 Patienten. Auch Johnson (1968) fand bei 2/3 der Patienten einen Hochtonverlust ab 2000 Hz, falls nicht völlige Taubheit bestanden hatte.

Die Aussagekraft einer Hochtonsenke wird dadurch eingeschränkt, dass es eine Vielzahl von Erkrankungen gibt, die eine Hörschwellenabweichung im Audiogramm verursachen können. So führt z.B. auch eine Lärmschwerhörigkeit zu einer Hörschwellenabweichung im Frequenzbereich über 4 kHz.

Das Hörvermögen des nicht vom Akustikusneurinom betroffenen Ohres muss bei der Entscheidung zur Operation mitberücksichtigt werden. Wenn bei diesem z. B. das Hörvermögen erloschen ist und die Möglichkeit besteht, ein Cochlea Implantat zu setzen, so kann man sich etwas leichter für die Operation des noch hörenden Ohres entscheiden (Schwager, Rundtischgespräch 2002).

Eine engmaschige, audiometrische Kontrolle beider Ohren mit Beobachtung der Tumorgroße bis zum Zeitpunkt der Entscheidung für oder gegen eine Operation ist unerlässlich.

Ein **präoperatives** „normales“ Hörvermögen bei Kleinhirnbrückenwinkeltumoren findet sich in nur 0,8 % der Fälle (Clemis et al. 1976). Die Tumorgroße ließ sich hierbei aus der Literatur nicht eruieren.

Wenn man als „annähernd normales“ Hörvermögen die Definition 0-20 dB Hörverlust über die Frequenzen 0,125 bis 8 kHz gelten lassen möchte, so fand man dies bei unserem Patientengut in n=61 (306 / 19,9 %) der Fälle.

Diskussion von Studien (1-8), im Vergleich mit eigenen Ergebnissen

1.)

In o.g. Studie von Bergeron et al. (1985) wurde präoperativ bei n=44 Patienten der Hörverlust ermittelt, der sich jedoch nur auf die Frequenzen 2000 und 3000 Hz bezog. So zeigten 25% ihrer Patienten ein **nach ihrer Definition verwertbares (<50 dB bei diesen zwei Frequenzen) Hörvermögen**. 43,2 % ihrer Patienten war annähernd taub.

In unserer Untersuchung hat eine Messung über alle 8 Frequenzen (0,125 bis 8 kHz) bei n=69 (306 / 22,5 %) einen präoperativen Hörverlust > 50 dB ergeben, n=237 (77,5 %) hörten demnach besser und litten an einem Hörverlust < 50 dB, dies, obwohl durch die Messung aller 8 Frequenzen ein strengeres Kriterium angelegt wird und die Messung der hohen Frequenzen eigentlich für eine Verschlechterung des Wertes sorgen müsste.

2.)

In einer Untersuchung von Gjuric et al. (2001) konnten Daten von 735 Patienten, die in den Jahren von 1975 bis 1998 operiert wurden, ausgewertet werden. Für die Messung der Frequenzen **500, 1000, 2000 und 3000 Hz** ergab sich dort mittelwertig ein

präoperativer Hörverlust von **32 dB**, 6,4 % der Patienten waren präoperativ auf dem betroffenen Ohr bereits taub. In unserem präoperativen Patientengut, war bei n=27 (306 / 8,8 %) der Patienten ein hochgradiger Hörverlust (60-90 dB), und bei n=2 (306 / 0,8 %) der Patienten ein an Taubheit grenzender Hörverlust (>90 dB) zu verzeichnen. In Anlehnung an die Frequenzvorgaben von Gjuric et al. (2001) konnten wir im Rahmen der Bestimmung des **sozialen Gehörs** (Frequenzen 500, 1000 und 2000 Hz) einen Mittelwert für diese Frequenzen von 33 +/-15 dB angeben.

3.)

Im Rahmen der Bestimmung des **sozialen Gehörs** ermittelten wir präoperativ bei n=306 Patienten für die Frequenzen **500, 1000, 2000 Hz** einen Mittelwert von **33 dB** +/-15 dB. Höhmann et al. (1994) haben in einer Untersuchung mit 93 auf transtemporalem Weg in der Zeit von 1987 bis 1993 in Würzburg an einem Akustikusneurinom operierten Patienten zwischen Patienten mit Hörerhalt und Patienten ohne Hörerhalt unterschieden (50/50-Regel). Für erstere fanden sie einen Wert für **o.g. Frequenzen von 28,5**+13,6 dB, für zweitere **29,0** dB. Dieser liegt im gleichen Bereich wie der unsrige.

Shelton et al. (1990) berichten, dass nur 5 % ihrer Patienten geeignete Kandidaten für einen hörerhaltenden Eingriff seien. Die Daten bezogen sich auf den Zeitraum 1961-1986. Helms untersuchte ein Patientenkollektiv aus den Jahren 1987-1993 (n=437) und kam zu dem Ergebnis, dass 25 % seiner Patienten potentiell von einem hörerhaltenden Eingriff profitieren könnten.

Vom Würzburger Patientengut unserer Studie aus den Jahren 1989-2000 erfüllten **N=248 Patienten (306 / 81,1 %)** präoperativ die Kriterien für ein **verwertbares Hörvermögen** (Hörschwellenmittelwert von 50 dB oder weniger über die Frequenzen 500, 1000 und 2000 Hz und eine Sprachdiskrimination >50 %).

Dieses konnte im Zeitraum 0-3 Monate postoperativ bei n= 148 (248 / 59,7 %) der Patienten erhalten werden.

Ein gewisser subjektiver Höreindruck konnte sogar bei 83,1 % der Patienten nachgewiesen werden, 16,9 % ertauten postoperativ.

4.)

In einer Studie von Berg et al. (1986) mit (im Prinzip) gewichteten Mittelwerten über das Audiogramm bei 500, 1000, 2000 und 4000 Hz (Hauptgewicht 1000 und 2000 Hz) wurde ein spezielles Bewertungsmaß für den Erhaltungsgrad des Gehörs entworfen. Für diesen Zweck wurden prä- und postoperative Hörverluste nach der 4 Frequenztafel von Röser errechnet. Der Vorteil dieser Methode besteht in der Darstellung eines stetigen Überganges zwischen einer absoluten Bewertung nur nach Hörvermögen postoperativ, wie sie für Taubheit sinnvoll ist, und einer relativen, als Differenz auf den präoperativen OP-Zustand bezogenen, wie sie für etwa gleichgebliebenes Gehör adäquat wäre. Das Patientenkollektiv wurde in 3 Gruppen eingeteilt, wobei definitionsgemäß ein **Hörerhalt bei den Gruppen 1 und 2 vorliegt**, und einfach ausgezählt.

1. Patienten mit postoperativ fast gleichem oder besserem Gehör
2. Patienten mit schlechterem, aber erhaltenem Gehör und
3. postoperativ so gut wie ertaubte Patienten

In deren Studie ergab sich bei n=106 Patienten eine Gewichtung von 22 % der Patienten mit fast gleichem oder besserem Gehör, bei 25 % konnte der Hörnerv intraoperativ nicht erhalten werden, 18 % der Patienten wiesen postoperativ ein schlechteres, aber erhaltenes Gehör auf. So ergab sich insgesamt ein Hörerhalt bei 40 % der Patienten. Eine ähnliche Differenzierung wie Berg et al. es durch die Einführung der Gruppen 1 und 2 gemacht haben, liegt in unserer Arbeit nicht vor, jedoch kann man im Umkehrschluss durch das Vorliegen der Anzahl der ertaubten Patienten n=25 (148 / 16,9 %) die Größe der Gruppe 3 bestimmen und vorsichtige Rückschlüsse auf die Größe der Gruppen 1 und 2 zulassen. Dies würde einem Hörerhalt im Würzburger Patientengut von etwa 80 % entsprechen.

5.)

Höhmänn et al. (1994) haben in einer Untersuchung mit 93 auf transtemporalem Weg in der Zeit von 1987 bis 1993 in Würzburg operierten Patienten nach der **50/50 Regel von**

Wade und House für ihr postoperatives Patientenkollektiv (n=93) ein **verwertbares Hörvermögen von 58 % (n=54) gefunden.**

In unserer Studie mit n=248 Patienten lag postoperativ unter den selben Kriterien bei n=148 (248 / 59,7 %) Patienten ein verwertbares Hörvermögen vor.

6.)

Knaus et al. (1997) untersuchten 226 Patienten, die in den Jahren 1990 – 1995 an einem Akustikusneurinom operiert wurden. Dabei betrug die postoperative Hörschwelle für das sogenannte **soziale Gehör** von 500 – 2000 Hz 55dB gegenüber 32 dB präoperativ. In dieser Arbeit wurde für die gleichen Frequenzen ein präoperativer Wert von 33 dB und ein postoperativer Wert (0-3 Monate postoperativ) von 55 dB ermittelt.

7.)

Unsere Studie zeigt, nach Übertragung von 326 Patienten in das vom US- „Committee on Hearing and Equilibrium“ empfohlene, in Kapitel 2.3.2 beschriebene A/B/C/D – Schema, dass die Klassen A und B von einem präoperativen Wert von zusammen 76 % auf postoperativ 45 % abfallen und die Klassen C und D von 24 % auf 55 % im postoperativen Ergebnis ansteigen.

Bei zusätzlicher Beurteilung der Tumorlokalisation zeigt sich, dass die Kategorie D (schlechteste Kategorie) postoperativ deutlich stärker bei intra- und extrameatalen Tumoren vertreten ist (46,4 %) als bei rein intrameatalen Tumoren (27,6 %).

Präoperativ zeigte sich Kategorie D bei 4 % bei intrameatalen Tumoren und bei 5,5 % der intra- und extrameatalen Tumoren.

Ähnlich Zahlen fanden auch Gjuric et al. (2001):

Hier wurden bei 135 Patienten mit rein intrakanalikulären Tumoren in 36,3 % der Fälle postoperativ die Kategorie D festgestellt, bei denen den inneren Gehörgang um 1-9mm überschreitenden Tumoren in 47,9 % der Fälle die Kategorie D. Diese Werte sind etwas ungünstiger als die für das Würzburger Patientengut postoperativ ermittelten Werte, wobei auch die Ausgangswerte bei Gjuric et al. (2001) bereits etwas ungünstiger waren: Präoperativ fanden sie für intrakanalikuläre Tumore in 6 % (Würzburg 4 %) der Fälle die Kategorie D, in 9 % (Würzburg 5,5 %) die Kategorie D bei den intra- und extrakanalikulären Tumoren.

Auch die Zahlen für den **Hörerhalt (Kategorien A und B)** im postoperativen Ergebnis variieren in beiden Studien nur gering (+-10 %).

Sowohl bei den intra, als auch bei den extrameatalen Tumoren ist beim Würzburger Patientengut die Kategorie „A“ (bestes Ergebnis) häufiger vertreten als in der Studie von Gjuric.

Die Kategorie „B“ ist bei den intrameatalen Tumoren etwas weniger häufig, bei den intra- und extrameatalen Tumoren um 0,8 % häufiger im postoperativen Hörverlauf diagnostiziert worden als in der Studie von Gjuric (Tab. 20).

Kategorie	Gjuric et al.		Eigene Ergebnisse:	
	A	B	A	B
intrameatal	32,6%	20%	40,4%	19,1%
Intra- /extrameatal	23,7%	17%	25%	17,8%

Tab. 20 Vergleich der eigenen Ergebnisse mit der Studie von Gjuric et al. 2001

In der Erlanger Studie wurde ein Patientenkollektiv zur Bestimmung des Hörerhalts gewählt, das präoperativ zur Kategorie A gehörte.

Postoperativ ergab sich bei diesem nach der **50/50-Regel nach Wade et al. (1984)** ein **verwertbares Hörvermögen bei 68,4 %** der Patienten mit intrameatalen Tumoren und ein Wert von **56 %** für Patienten mit extrameatalen Tumoren.

In unserer Studie wurde die transtemporale Operation nur bei einem nach Wade et al. verwertbaren Hörvermögen (50/50-Regel) durchgeführt. Damit sind Patienten in dem Ergebnis repräsentiert, die möglicherweise präoperativ auch über ein Hörvermögen der Kategorie B (AAO-HNS-Klassifikation) verfügten.

Ein verwertbares Hörvermögen (Sprachdiskrimination > 50 % innerhalb der 50 dB-Schwelle) konnte im Würzburger Patientengut bei n = 148 (248 / 59,7 %) erhalten werden.

8.)

Das am weitesten verbreitete Kriterium für die Selektion der Kandidaten für einen hörerhaltenden Eingriff ist die 50/50 Regel nach Wade et al. (1984).

Dennoch können auch Patienten mit schlechterem präoperativen Hörvermögen von dieser Operationsweise profitieren (Fukushima 2003).

Um dies besser quantifizieren zu können, befürwortet er prinzipiell das US – AAO-Schema, kritisiert jedoch, dass die Kategorien C und D zu weit gefasst seien. So seien z.B. Patienten mit 60 dB Hörverlust und einer guten Sprachdiskrimination noch immer Kandidaten für einen hörerhaltenden Eingriff, aber auch Patienten mit Sprachdiskriminationswerten von 30 bis 40 % profitierten in wenigen Fällen von einer hörerhaltenden Operation. Er schlägt für die **Definition des Hörerhalts** die Einführung von Subtypen in den Kategorien C und D vor:

1. nutzbares,
2. brauchbares,
3. messbares
4. kein Hörvermögen

Als ein gutes postoperatives Ergebnis im Sinne eines Hörerhalts bezeichnet er die Gruppen A und B.

In einer Studie mit n=30 Patienten gelang ihm bei n=21 Patienten (70 %) ein Hörerhalt. (Klasse A und B)

In diesem Patientenkollektiv befanden sich präoperativ n=17 Patienten (56 %) in Gruppe „A“. Dies veranlasste uns beim Vergleich der Studien, auf unser Patientenkollektiv mit intrameatalen Tumoren zurückzugreifen, da davon auszugehen ist, dass bei einem derart guten präoperativen Hörvermögen die Tumore klein und somit eher intrameatal lagen. Postoperativ in Kategorie „A“ waren bei Fukushima 20 %, in Gruppe „B“ 50 % der Patienten vertreten. In unserer Arbeit lagen die Zahlen für Gruppe „A“ bei 40,4 %, in Gruppe „B“ bei 19,1 % der Patienten.

Vergleich der Studien: präoperatives Hörvermögen:

Studie Nr.	<u>Autoren</u>	<u>Definition Hörerhalt</u>	<u>Ergebnisse</u>	<u>Eigene Ergebnisse</u>
2	Gjuric	soziales Gehör	32 dB	32,4 dB
3	Höhmann, Dornhoffer, Helms	soziales Gehör	29 dB	32,5 dB
6	Knaus, Müller, Milewski	soziales Gehör	32 dB	32,5 dB

Tab. 21 Vergleich der Studien 2, 3 und 6 mit eigenen Ergebnissen

Vergleich der Studien: postoperatives Hörvermögen:

Studie Nr.	<u>Autoren</u>	<u>Definition Hörerhalt</u>	<u>Ergebnisse</u>	<u>Eigene Ergebnisse</u>
5	Höhmann, Dornhoffer, Helms	verwertbares HV: (50/50)	58 %	59,7 %
6	Knaus, Müller, Milewski	<u>soziales Gehör:</u>	55 dB	54,5 dB
7	Gjuric et al.	<u>A + B (postop.)</u> <u>(Def. Hörerhalt</u> <u>Gjuric):</u> intrameatal: intra- und extrameatal:	52,6 % 40,7 %	59,5 % 42,8 %

		<u>A+B+C (postop.)</u> <u>(Def. Hörerhalt</u> <u>gemäss AAO-HNS):</u>	63,7 % 52,1 %	72,3 % 53,5 %
		intrameatal: intra- und extrameatal:		
8	Fukushima	<u>A+B+C (postop.)</u> <u>(Def. Hörerhalt</u> <u>gemäss AAO-HNS):</u>		
		<u>A:</u>	20 %	40,4 %
		<u>B:</u>	50 %	19,1 %

Tab. 22 Vergleich der Studien 5-8 mit eigenen Ergebnissen

Legende: HV =Hörvermögen
Präop. = präoperativ
Postop.= postoperativ

In einer nach Tonn (2000) modifizierten Form der **Klassifikation des Hörerhalts** nach Gardner und Robertson (ohne Sprachdiskrimination) ergeben sich folgende Klassen:

- 1 0-30 dB
- 2 31-50 dB
- 3 51-90 dB
- 4 91 bis maximaler Hörverlust
- 5 keine Antwort

Für die Übertragung der Ergebnisse unserer Arbeit konnten die in Kapitel 4.6.1 eingeführten Hörverlustkategorien verwendet werden.

Die **Kategorien 1-3 (Definition des Hörerhalts** nach Tonn 2002) entsprechen den ersten 4 Hörverlustkategorien unserer Studie. Dies entspricht im Würzburger Patientengut einem Patientenanteil von 81,7 %.

In einer 300 Patienten umfassenden US-Studie (1975-1979) von Patrick et al. (1983) wurden 20 Patienten selektiert, und mit einer transtemporalen Exstirpation ihres Akustikusneurinoms versucht, das Hörvermögen zu erhalten. Es ergab sich ein Hörerhalt von 35 %, wobei jedoch ein anderer Bewertungsmaßstab zugrunde lag: In Anlehnung an House et al., die 1979 in dem Buch mit dem Titel „Acoustic Tumors: Diagnosis and Management“ zitiert wurden und bei 500 operierten Patienten nur einen Hörerhalt bei 155 (31 %) gemäss der 50/50-Regel erzielten, wurde versucht, ein neues, dennoch strengeres Ideal für den Hörerhalt aufzustellen.

Dieses **Ideal des prä- und postoperativen Hörvermögens** besteht in einem Hörverlust von **max. 30 dB und einer Sprachdiskrimination von 70 %** oder besser. Begründet wird dies damit, dass die 50/50 Regel das absolute Minimum für eine hörerhaltende Operation darstelle und erfahrungsgemäss das Hörvermögen nur in den seltensten Fällen besser, häufig jedoch gleich bliebe oder sich verschlechtere. Dann bestünde kein „verwertbares Hörvermögen“ mehr.

Die selektierten 20 Patienten erfüllten alle das Kriterium „verwertbares Hörvermögen“ gemäss der 50/50 – Regel. 17 davon konnten das nach ihren Kriterien festgelegte Hör-Ideal (70/30) erfüllen.

Die durchschnittliche Tumorgröße lag bei 1,3 cm, 5 Tumore lagen intrameatal, 5 Tumore wiesen einen Durchmesser von 1 cm, 10 Tumore von 1,5 cm auf.

Postoperativ erfüllten noch 5 Patienten das Ideal des Hörens (70/30), 1 Patient lag über der 50/50 – Regel, ein Patient lag darunter, konnte sich aber postoperativ im Nachbehandlungszeitraum auf 65/65 verbessern. So ergibt sich ein Hörerhalt von 7 von 20 Patienten, dies entspricht 35 %. Diese Klassifikation wurde auf das Würzburger Patientenkollektiv nicht übertragen.

Diskussion der Studien:

Samii (2002) Rundtischgespräch zur Therapie des Vestibularisschwannoms mit den Teilnehmern: Schwager, Pendl, Meixensberger, Linder, Tos) lehnt es ab, präoperativ aus einer bestimmten Patientengruppe ein besonderes Kollektiv hervorzuheben und dieses zur Berechnung des Hörerhalts zu benutzen, da sich auf diese Weise jedes Ergebnis herbeiführen lässt, je nach angelegten Auswahlkriterien.

Das Anlegen eines strengeren Maßstabes sowohl für die Indikationsstellung „transtemporales Vorgehen“ als auch zur Bewertung des postoperativen Hörvermögens mag dem Grundgedanken der Zeit um Patrick et al. (1983) entsprechen, muss heutzutage jedoch neu überdacht werden:

Das Phänomen einer postoperativen Hörverbesserung wird in bis zu 8,5 % der Fälle gesehen (Shelton et al. 1990), welches möglicherweise die Folge einer Druckentlastung und Behebung einer assoziierten Ischämie nach der Tumorresektion darstellt. Selbst wenn sich nur einzelne Frequenzen verbessern, die sich in der Statistik nicht sehr auswirken, besteht doch die Möglichkeit, dass dies der Patient als eine Hörverbesserung empfindet.

Die Einteilung des in dieser Arbeit verwendeten „Committee on Hearing and Equilibrium“, findet jedoch nicht überall Anklang. So betonen Berg et al. (1987), dass sie selbiges aus grundsätzlichen Erwägungen heraus für „unsinnig und gefährlich“ hielten: Es impliziere zum Beispiel, dass es gar nicht der Mühe Wert sei, eine Hörerhaltung bei der Entfernung eines Akustikusneurinoms anzustreben, wenn der Patient nicht wenigstens „Class B, 50/50 (= <50 dB; >50 %)“ oder „Class A 30/70 (= <30 dB; >70 %)“ anhöre. Denn, so Berg, ein Patient könne mit einem Einsilberverständnis um 50 % immer noch inhaltlich kontexthaltiger Sprache folgen. Ein vermeintlich wertloses Resthörvermögen dürfe nicht unterbewertet werden.

Um das Hörvermögen eines Patienten gemäß dem amerikanischen A/B/C/D Schema katalogisieren zu können, müssen die Frequenzen 0,5, 1, 2, und 3 kHz aufgenommen

werden. In Japan und Europa wird statt bei 3 kHz eine Messung bei 4 kHz vorgenommen (Kanzaki et al. 2003).

Auch bei dem Würzburger Patientengut lag diese Angabe nicht vor. Hier mag ein Kritikpunkt dieser Arbeit liegen, da der Wert für 3 kHz kein Messwert an sich war, sondern aus der audiologischen Kurve abgelesen wurde. Legitimiert wird diese Methode jedoch durch die Tatsache, dass es sich in den allermeisten Fällen um einen regelmäßigen Verlauf der Hörkurve gehandelt hat.

Die Indikation einer hörerhaltenden Operation wird durch viele Parameter gegeben, u.a. der des präoperativen Hörvermögens. Obwohl Kanzaki (2003) das amerikanische Schema prinzipiell stützt, fügt er zwei weitere Kritikpunkte hinzu: Ein „normales“ Hörvermögen müsse 2 Kriterien erfüllen: (1) im Reintonaudiogramm weniger als 20 dB Hörverlust und (2) eine Sprachdiskrimination von $\geq 80\%$. Vor allem müssten die Reintonaudiometrie und die Sprachdiskrimination separat aufgenommen werden, da oft bemerkenswerte Diskrepanzen zwischen beiden gesehen würden.

Außerdem gäbe es in dem amerikanischen Schema keine Angabe zum Zeitpunkt der postoperativen Messung. Er schlägt eine Messung zum Zeitpunkt 6 Monate postoperativ vor.

Murakami et al. (2003) hält das amerikanische System für die Beurteilung der Patienten für sinnvoll, deren Hörvermögen präoperativ in Klasse A oder B katalogisiert war. Ein schlechtes, präoperatives Hörvermögen in den Kategorien C oder D verfälsche das postoperative Ergebnis. So kann z.B. seiner Meinung nach eine Operation nicht unbedingt als erfolgreich angesehen werden, bei der ein Patient präoperativ keine Einschränkung im Hörvermögen hatte und derselbe Patient postoperativ zwar zur Klasse „A“ gehört, jedoch mit „30 dB - 70 %“.

Um diesen präoperativen Hörstatus besser evaluieren zu können, schlägt er eine neue Einteilung vor:

Unverändertes Hörvermögen:	Das postoperative Hörergebnis ist weniger als 15 dB (Reintonaudiogramm) bzw. 15 % (Sprachaudiometrie) vom präoperativen entfernt.
Besseres Hörvermögen:	Das postoperative Hörvermögen hat sich um mehr als 20 dB / 20 % gebessert.
Schlechteres Hörvermögen:	Das postoperative Hörvermögen hat sich um mehr als 20 dB / 20 % verschlechtert.

Diese Einteilung korreliert gut mit der US-Einteilung, berücksichtige aber gleichzeitig das präoperative Hörvermögen besser.

Sanna et al. (2003) kritisieren im „International Symposia for Life Science and Medicine, Keio University“ die US-Frequenzvorgabe von 3 kHz für das AAO-HNS-Schema, die in den meisten Ländern nicht routinemäßig untersucht würde und fordern als Frequenzvorgabe für die Reintonaudiometrie 500, 1000, 2000 und 4000 Hz. Weiterhin ermittelten sie ein neuartiges Schema zur Bestimmung des Hörvermögens, das nicht nur für das Akustikusneurinom sondern auch für alle anderen Bereiche gültig ist und in das die Sprachdiskrimination mit eingearbeitet ist. Es besteht aus den Klassen A bis F, die sich jeweils in 20 dB bzw. 20 % Schritten von 0-100 erstreckt.

Diskussion zur Sprachaudiometrie:

In dieser Untersuchung wurden audiologische Daten des Freiburger Sprachtests benutzt, um Rückschlüsse auf das Zahlen und Einsilberverständnis der Patienten mit Akustikusneurinomen ziehen zu können. Wie in Kapitel 2.3.1.2 beschrieben, sind für das Verstehen der Zahlwörter in erster Linie die Vokale mit ihrem tiefen Frequenzspektrum verantwortlich. Daher korreliert der Hörverlust bei diesem Test ziemlich genau mit der Hörschwelle zwischen 500 und 1000 Hz (Hüttenbrink 1993). Das Ergebnis dieses Verfahrens ist weitgehend unabhängig von der Lokalisation der Störung (sei es z.B. eine sensorineurale Störung oder eine Schalleitungsstörung). Viel ausschlaggebender ist der Grad der Störung (Böhme et al. 1993).

Vorteilhaft beim Freiburger Test ist, dass jedem Patienten die Zahlen unabhängig von geistigen Fähigkeiten i.d.R. geläufig sind, nachteilig ist neben der fehlenden Repräsentation der Phonemverteilung in der Umgangssprache (Platte et al. 1980) die hohe Ratewahrscheinlichkeit und Redundanz des Testmaterials: Um ein Wort zu verstehen und wiedergeben zu können, genügt es unter Umständen, nur Bruchstücke gehört zu haben.

Einen weiteren Gesichtspunkt zeigt Wigand (1997) auf: man unterstelle zwar der Einsilberverschämlichkeit, sie nehme in ähnlichem Maße ab wie das Tonhörvermögen, müsse aber bedenken, dass die Sprachverständlichkeitsmessung in Ruhe erfolgt, während für die Patienten jedoch das Sprachverstehen im Alltagslärm entscheidend ist. Unterschiede im postoperativen Ergebnis im Vergleich der Studien früher zu heute sind sicherlich auf den Fortschritt diagnostischer Technologien und mikrochirurgischer Techniken zurückzuführen.

Jedoch fällt auch bei aktuellen Studien auf, dass der Begriff „**Hörerhalt**“ unterschiedlich definiert und interpretiert wird und oft voneinander abweichende Kriterien für die Auswahl der Patienten angelegt werden.

Das fordert auf, Vergleiche bezüglich der Operationsergebnisse, die das Hörvermögen anbelangen, mit einer gewissen Vorsicht zu begegnen.

Aufgrund einer sehr unterschiedlichen Darstellung audiologischer Daten können postoperative Hörresultate unterschiedlicher Autoren nur vorsichtig dahingehend bewertet werden, um eventuell grundlegende Änderungen im Therapieverfahren abzuleiten.

Wigand (1997) bemängelt, dass die Vergleichbarkeit audiologischer Daten durch das Fehlen allgemein anerkannter Richtlinien, die die prä- und postoperative Hörfähigkeit beurteilen, eingeschränkt sei.

Ein weiteres Ergebnis unserer Untersuchungen ist die Korrelation zwischen Tumorgröße und Hörerhalt, ein Zusammenhang, der sich invers verhält. Signifikanz ergab sich jedoch nur bei Tumervolumina von 500-1000 mm³.

Gemäß Clemis et al. (1976) sind bei kleinen, intracanaliculär gelegenen Tumoren mit minimaler Ausdehnung in den Meatus acusticus externus und verwertbarem Hörvermögen des Patienten (Def.: Sprachdiskrimination >50 % innerhalb der 50 dB-Schwelle) gute Chancen auf einen Hörerhalt gegeben.

Das langsame Tumorwachstum und die Symptomarmut dieser Tumore führt oft zu einer verzögerten Diagnostik, weshalb nur wenige Patienten diese Prämissen erfüllen (Clemis et al. 1981, Gantz et al. 1986).

Zu einer präoperativen Hörminderung bei einem Akustikusneurinom kommt es aufgrund folgender Faktoren:

- 1.) Druck des Tumors auf den Nervus vestibulocochlearis
- 2.) Druck auf die Blutgefäße des Innenohres
- 3.) Biochemische Veränderung von Perilymphe und Endolymphe
- 4.) Verdrängung der Nervenfasern in die Peripherie (Neely 1981)

Ein signifikanter Unterschied in den präoperativen Hörschwellen in Abhängigkeit von der Tumorgroße ließ sich bei unserem untersuchten Patientengut nicht nachweisen.

Gemäß Helms (1992) steigen die Chancen auf einen Hörerhalt bei der frühzeitigen Erkennung von noch kleinen Tumoren. Eine anzustrebende Frühdiagnose kann bereits durch einen relativ kleinen, diagnostischen Aufwand erreicht werden, wenn einseitige Beschwerden, wie Tinnitus, Hörverlust und Gleichgewichtsstörungen in ihrer Genese geklärt werden.

Bei unseren Ergebnissen war eine derartige Tendenz erkennbar, Signifikanz wurde aber nur bei mittelgroßen und großen Tumoren erreicht:

Im Vergleich von prä- und postoperativem Reintonaudiogramm war die Hörschwelle bei mittelgroßen und großen Tumoren gegenüber den kleineren Tumoren postoperativ nur für die Frequenzbereiche 1kHz und 8 kHz bei Tumorumfängen von 500-1000 mm³ nach dem t-Test zum Vergleich von Mittelwerten signifikant schlechter ($p < 0,05$).

Diskussion zur Diagnostik:

Die Erhebung der Befunde anderer diagnostischer Möglichkeiten (Vestibularisprüfung, Bera) war nicht Bestandteil unserer Untersuchungen, es soll dennoch kurz darauf eingegangen werden:

Der **Vestibularisprüfung** kommt insofern eine besondere Bedeutung zu, als das vom Tumor betroffene Neurilemm der Pars vestibularis des VIII. Hirnnerven zuverlässige Begleiterscheinungen des Tumorleidens hervorruft.

Diese erscheinen durch eine zentrale, bzw. von contralateral ausgehende Kompensation spät und können vom Patienten auch unbemerkt erfolgen. Deshalb spielt die Vestibularisprüfung für die Früherkennung der Tumore eine untergeordnete Rolle. Seltene Drehschwindelanfälle müssen als vaskuläre Störungen im inneren Gehörgang gedeutet werden, häufig klagen Patienten über Gangunsicherheit und kurzdauernden Schwindel bei Lageänderung.

Bei 364 Patienten fanden Pulec et al. (1964) nur bei 10,2 % der Patienten subjektive Symptome von Seiten des Vestibularapparates als Initialsymptom.

Mit der Ableitung von Hirnstammpotentialen nach akustischer Reizung (Brain Stem Electric Response Audiometry = **BERA**) werden die Cochlea, der N. cochlearis, der Hirnstamm sowie darüberliegende Strukturen auf bioelektrische Antwortpotentiale hin überprüft. Diese werden aufgezeichnet und ergeben beim Gesunden eine typische Kurve mit 5 Gipfeln, die den jeweiligen anatomischen Strukturen zugeordnet werden können. Im Seitenvergleich werden Peakhöhen und Latenzzeiten gemessen, retrocochleäre, raumfordernde Prozesse können durch pathologisch veränderte BERA-Kurven diagnostiziert werden (Schramm et al. 1985, 1988). Bei Innenohrschwerhörigkeit >75 dB oder Schalleitungsschwerhörigkeit sind die so gewonnenen Daten jedoch nicht mehr sicher auswertbar (Plester 1978).

Diagnostisch wurden bei den 334 Patienten eine Magnetresonanztomographie mit Kontrastmittelgabe (Gadolinium) durchgeführt. Letztere ist die mit der höchsten

Spezifität und Sensibilität, um auch kleine intracanalicular gelegene Tumoren des VIII. Hirnnerven oder Rezidivtumoren aufzuspüren (Mazzoni et al. 2003).

Sie hat die durch Computertomographie mit Luftinsufflation, der eine genaue Diagnostik und eine präzise Aussage über die Tumorgroße zugeschrieben wurde, abgelöst (Geyer et al. 1985).

Mit der Verwendung des MRTs ist es möglich geworden, minimale Dichteunterschiede darzustellen und quantitativ zu analysieren. Durch die intravenöse Kontrastmittelapplikation konnte der direkte Nachweis von Tumoren weiter verbessert werden, was das MRT in vielfacher Hinsicht den üblichen Röntgenmethoden überlegen macht.

Diskussion zur Operationstechnik:

Grundsätzlich berücksichtigt die Wahl des chirurgischen Zugangsweges die Tumorgroße, die Lokalisation, das präoperative Hörvermögen, aber auch das Alter und die beruflichen Erfordernisse des Patienten. Besonders für kleine, hauptsächlich intracanalicular gelegene Tumore bietet sich der Zugang über die mittlere Schädelgrube an. Dies ist ein intrakranieller Zugang bei weitgehend extraduraler Präparation durch die Temporalregion. Der Vorteil dieser Technik besteht darin, den oberen Bogengang und die Nervstrukturen gut im Überblick zu haben, wobei sich diese räumliche Übersicht vermindert, wenn die Gefäßversorgung der hinteren Schädelgrube begutachtet werden soll. Die Schonung des Gefäßsystems ist elementar, da nach Christiansen et al. (1985) die intraoperative Aufrechterhaltung der Durchblutung des Innenohrs entscheidend für das postoperative Hörvermögen ist.

Der entscheidende Vorteil dieses Zuganges über die mittlere Schädelgrube für den Patienten besteht in der hörerhaltenden Operation.

Eine Rhinoliqorrhoe tritt beim transtemporalen Zugang nicht häufiger als nach anderen operativen Zugangswegen auf (Silverstein et al. 1985).

1985 untersuchten Wigand et al. 63 Akustikusneurinome, die über den transtemporalen Zugang operiert wurden. Es wurden die postoperative Hörfunktion und Gesichtsmotorik

in Beziehung zur Tumorgöße gesetzt. Entsprechend der Vorschläge von Fisch (1978), wurden die Tumore gemäß ihrer Größe klassifiziert. So ergaben sich 8 Tumore mit einem Durchmesser von 1-8mm, 10 Tumore mit einem Durchmesser von 9-25mm und 5 Tumore mit einem Durchmesser von mehr als 25 mm. Von diesen 63 Tumoren konnten 51 komplett über die Fossa media ausgeräumt werden. Sechsmal erfolgte eine Teiloperation, sechsmal wurde der Tumor zugangsbedingt inkomplett abgetragen. In 44 Fällen wurde der N. cochlearis in seiner Struktur erhalten, bei 28 Patienten gelang der Hörerhalt, davon 23 mal trotz kompletter Tumorbeseitigung.

Eine vollständige Tumorentfernung gelang bei unseren Patienten in n=327 Fällen. Dies entspricht 97,9 %. In der Studie von Fukushima (2003) konnte bei 30 operierten Patienten eine vollständige Tumorentfernung bei n= 27 (90 %) erzielt werden. Bei den verbleibenden 3 Patienten musste ein Tumorrest, der sehr starke Adhärenz zum N. cochlearis zeigte, belassen werden (near total removal).

6. Zusammenfassung

Die Arbeit stützt sich auf eine Gesamtzahl von 334 Patienten, die in der Zeit von 1989-2000 in der Würzburger Hals-Nasen-Ohrenklinik an einem Akustikusneurinom auf transtemporalem Weg operiert wurden.

Die Auswertung der Anamnesen zeigte als Leitsymptome eines Akustikusneurinoms in folgender Reihenfolge Hörminderung, Schwindelerscheinungen in Form von Drehschwindel, einem ataktischen, unsicherem Gang oder Unsicherheit im Dunkeln und Tinnitus.

Diese Arbeit stellt fest, dass sich weder aus dem Grad des Hörverlustes noch aus dem Frequenzverlauf eines Audiogramms Angaben entnehmen lassen können, was Größe und Lokalisation dieses Tumors betrifft.

Ein **verwertbares Hörvermögen** nach Wade et al. (1984), (<50 dB bei den Frequenzen 0,5, 1 und 2 kHz, Sprachdiskrimination > 50 %) konnte von präoperativ 248 Patienten mit verwertbarem Hörvermögen bei n=148 (**248 / 59,7 %**) Patienten postoperativ erhalten werden.

Ein gewisser subjektiver **Höreindruck** konnte postoperativ bei **83,1 %** der Patienten nachgewiesen werden, 16,9 %, ertaubten.

Gemäß den Frequenzvorschlägen des „Consensus on Systems for Reporting Results 2003“ lagen die **gemittelten dB-Werte** (Frequenzen 0,5, 1, 2, 4 kHz) präoperativ bei 37 dB. 0-3 Monate postoperativ zeigte sich mit durchschnittlich **58 dB** ein schlechteres Hörvermögen.

Die Hörschwelle für das **soziale Gehör** erhöhte sich von 33 dB präoperativ auf 56 dB im Zeitraum bis >1Jahr postoperativ. Bei 12 Patienten konnte bei mindestens einer dieser Frequenzen eine Verbesserung erzielt werden. Beim direkten Vergleich der Messreihen präoperativ und 0-3 Monate postoperativ konnte bei der Frequenz 0,125 kHz in 16 Fällen (15,8 %) eine Verbesserung erzielt werden. Das Hörvermögen für 2 kHz verbesserte sich für n = 104 Patienten (31,1 %) im Zeitraum 0-3 Monate postoperativ bis > 1 Jahr postoperativ. Bei allen für das soziale Gehör relevanten Frequenzen wurde Signifikanzniveau erreicht.

Ein Hörerhalt war entsprechend der Definition des „Committee on Hearing and Equilibrium“ der American Academy of Otolaryngology Head and Neck Surgery Foundation, INC (AAO-HNS-Klassifikation) bei intrameatalen Tumoren in **59,5 %**, bei intra- und extrameatalen Tumoren in **42,8 % (AAO-HNS-Klassen A und B)**, bei Hinzurechnung der **AAO-HNS-Klasse C** in **72,3 %** bei intrameatalen und bei **53,5 %** mit intra- und extrameatalen Tumoren möglich.

Die Kollektive „rein intrameatale Tumore“ und „intra- und extrameatale Tumore“ unterschieden sich postoperativ in der Kategorie D (schlechteste Kategorie) um **18,8 %**.

Ein signifikanter Unterschied in den präoperativen Hörschwellen in Abhängigkeit von der TumorgroÙe ließ sich bei dem untersuchten Patientengut nicht nachweisen.

84 Volumenberechnungen ergaben ein durchschnittliches Tumolvolumen von **375,3 mm³**.

Chancen für den Hörerhalt korrelieren invers zur TumorgroÙe: je größer der Tumor desto schlechter die Möglichkeiten eines Hörerhalts.

So fanden sich postoperativ stärkere Tonschwellenabweichungen bei mittelgroÙen und groÙen Tumoren gegenüber den kleineren Tumoren im Vergleich prä- zu postoperativ. Dieser Unterschied erfüllt nur für die Frequenzbereiche 1kHz und 8 kHz bei Tumolvolumina von 500-1000 mm³ nach dem t-test beim Vergleich von Mittelwerten Signifikanzniveau ($p < 0,05$).

In **37,8 %** ergab sich laut OP-Bericht eine innige Verklebung des Tumors mit dem N. cochlearis. Die Audiogramme dieser Patienten unterschieden sich jedoch nicht signifikant von denen der restlichen Patienten.

Eine vollständige Tumorentfernung konnte in **98 %** erreicht werden.

Präoperativ überwog das Patientenkollektiv mit einem geringgradigen Hörverlust im Bereich 20-40 dB (**35,9 %**). Diese Hörminderung trat v.a. im Hochtonbereich auf. Postoperativ überwog das Patientenkollektiv mit mittel- und hochgradigem Hörverlust (**27 %**). **22,5 %** der Patienten litten präoperativ an einem Hörverlust > 50 dB gemessen über alle 8 Frequenzen, postoperativ waren es **53,4 %**.

Der Vergleich der Sprachaudiometrie mit Zahlen (Freiburger Test) prä- und postoperativ zeigte, dass 50 % der Zahlen präoperativ bei 42,2 dB, postoperativ bei 63,7 dB verstanden wurden.

Das Ziel muss darin bestehen, Patienten bereits in einem frühen Tumorstadium einer Diagnostik (Kernspintomographie, Computertomographie, u.a.) zuzuführen und Operationen nicht durch eine Fehlinterpretation der vieldeutigen Symptome hinauszuzögern. Nur dann ist es möglich, eine vollständige Tumorentfernung sowie einen Erhalt der Funktion des Hörnerven in einem höheren Prozentsatz zu erzielen.

7. Anhang

Zur Statistik:

Zur statistischen Auswertung der Audiogramme: (Messreihen A-E)

Alle Meßreihen wurden zunächst auf das Vorliegen einer Normalverteilung nach Gauß geprüft. Dies ergab folgendes:

Einzig die Meßreihen

-präoperativer Durchschnitt über alle Frequenzen (s.z.B. Histogramm 1)

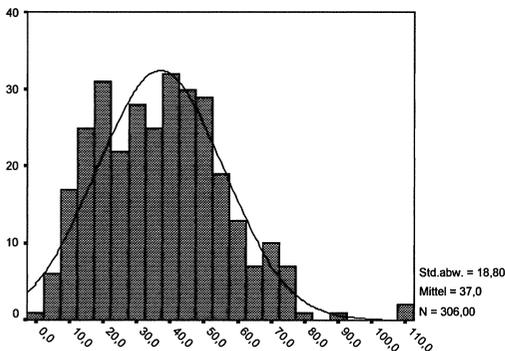
-3-6. M postoperativ, hier die Frequenz 2.0 kHz

-3-6. M postoperativ, Durchschnitt über alle Frequenzen

->6M,<1J postoperativ, die Frequenzen 0,125 – 4,0 kHz

->6M,<1J postoperativer Durchschnitt über alle Frequenzen

ergaben eine Verteilung nach Gauß.



ASCHNITT

Histogramm 1 Exemplarisch durchgeführte Überprüfung auf eine Normalverteilung nach Gauß (hier Messreihe „präoperativer Durchschnitt aller Frequenzen“)

Bei allen anderen Messungen wurde der verteilungsfreie Wilcoxon-Test zugrundegelegt (=nichtparametrischer Test).

Anstelle der Standardabweichung wurde in den Diagrammen ein Konfidenzintervall mit einer 95 % - Wahrscheinlichkeit zugrundegelegt. Dies bedeutet, dass der wahre Mittelwert zu 95 % in dem eingezeichneten Intervall liegt. Eine Darstellung der Standardabweichung wäre genauso möglich, nur ist bei großer Streuung der Werte um den Mittelwert o.g. Methode übersichtlicher.

Aufgrund des Verlustes von n bei den postoperativen Messungen wurde statt des T-testes der sog. Monte-Carlo-Test benutzt; er ergibt die gleiche Aussage, seine Gültigkeit ist jedoch auch bei kleinen n gewährleistet (im Gegensatz zum T-test).

Frequenz: (kHz)	Anzahl der Messungen:	Anzahl der für diese Fre- quenz an hochgradigem Hör- verlust leidenden Pat.(>110dB)	Mittelwert in dB:
0,125	139	3	21,29+/-18,25
0,250	313	4	20,56+/-58,59
0,500	318	3	23,98+/-19,01
1,0	316	0	31,06+/-22,79
2,0	316	5	42,37+/-25,34
4,0	315	11	48,44+/-25,03
6,0	142	12	50,11+/-28,27
8,0	308	25	54,87+/-29,75

Tab. 10 Präoperative, frequenzbezogene Mittelwerte des Reintonaudiogramms mit Standardabweichung

Frequenz: (kHz)	Anzahl der Messungen:	Anzahl der für diese Fre- quenz an hochgradigem Hör- verlust leidenden Pat.(>110dB)	Mittelwert in dB:
0,125	121	0	47,18+-33,47
0,250	145	0	42,61+-29,97
0,500	147	4	46,74+-31,06
1,0	148	3	54,6+-30,9
2,0	146	4	62,24+-30,35
4,0	147	4	69,27+-28,72
6,0	121	5	75,99+-28,19
8,0	143	2	76,41+-27,62

Tab. 11 0-3 Monate postoperativ, frequenzbezogene Mittelwerte des Reintonaudiogramms mit Standardabweichung

ad 4.6.3. Vergleiche

4.6.3.1. Vergleich der beiden Meßreihen präoperativ und unmittelbar postoperativ

Legende:

- A Präoperativ
- B unmittelbar postoperativ
- C 3-6 Monate postoperativ
- D >6M und <1J postoperativ
- E >1J postoperativ

Ränge

		N	Mittlerer Rang	Rangsumme
B0.125 - A0.125	Negative Ränge	16 ^a	29,94	479,00
	Positive Ränge	85 ^b	54,96	4672,00
	Bindungen	6 ^c		
	Gesamt	107		
B0.25 - A0.25	Negative Ränge	15	30,93	464,00
	Positive Ränge	103	63,66	6557,00
	Bindungen	19		
	Gesamt	137		
B05 - A0.5	Negative Ränge	19	32,53	618,00
	Positive Ränge	109	70,07	7638,00
	Bindungen	11		
	Gesamt	139		
B1.0 - A1.0	Negative Ränge	15	35,90	538,50
	Positive Ränge	112	67,76	7589,50
	Bindungen	12		
	Gesamt	139		
B2.0 - A2.0	Negative Ränge	21	55,55	1166,50
	Positive Ränge	104	64,50	6708,50
	Bindungen	13		
	Gesamt	138		
B4.0 - A4.0	Negative Ränge	22	42,66	938,50
	Positive Ränge	106	69,03	7317,50
	Bindungen	11		
	Gesamt	139		
B6.0 - A6.0	Negative Ränge	14	29,07	407,00
	Positive Ränge	81	51,27	4153,00
	Bindungen	8		
	Gesamt	103		
B8.0 - A8.0	Negative Ränge	23	37,74	868,00
	Positive Ränge	99	67,02	6635,00
	Bindungen	12		
	Gesamt	134		
BSCHNITT - ASCHNITT	Negative Ränge	15	32,60	489,00
	Positive Ränge	123	74,00	9102,00
	Bindungen	2		
	Gesamt	140		

- a. B0.125 < A0.125
- b. B0.125 > A0.125
- c. A0.125 = B0.125

Tab. 12 Frequenzbezogener, tabellarischer Vergleich des Hörverlustes (präoperativ und postoperativ) mit statistischer Auswertung

Der Signifikanztest zeigt:

Statistik für Test ^b

	Z	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)
B0.125 - A0.125	-7,110 ^a	1,163E-12
B0.25 - A0.25	-8,190 ^a	2,607E-16
B05 - A0.5	-8,354 ^a	6,626E-17
B1.0 - A1.0	-8,491 ^a	2,047E-17
B2.0 - A2.0	-6,834 ^a	8,277E-12
B4..0 - A4.0	-7,592 ^a	3,158E-14
B6.0 - A6.0	-6,959 ^a	3,423E-12
B8.0 - A8.0	-7,373 ^a	1,664E-13
BSCHNITT - ASCHNITT	-9,153 ^a	5,557E-20

a. Basiert auf negativen Rängen.

b. Wilcoxon-Test

Tab. 13

Es liegt in allen Fällen bei dem direkten Vergleich der Meßreihen A und B Signifikanz vor. P, welches für diese Bedingung < 5 % sein muß, ist hier < 0,01 %.

8. Literaturverzeichnis

- Alich G. Anmerkungen zum Freiburger Sprachverständnistest. Sprache - Stimme - Gehör 1985; 9: 1-6
- Antoni NRE. Über Rückenmarkstumoren und Neurofibrome. München: Bergmann, 1920
- Aurbach G, Wigand ME. Chirurgisch-anatomische Orientierungshilfen für den erweiterten transtemporalen Zugang zum Kleinhirnbrückenwinkel. HNO 1987; 35: 381
- Baczoni M, Bauer M. Audiologische Befunde bei Akustikusneurinomen. Fül-Orr-Gége-Gyógyás-Zat 1981; 27: 210-215
- Baschke V, Stennert W. Die Indikation zur Hirnstammaudiometrie und der Einfluss der Reizfolge und Intensität auf die Latenz der evozierten Potentiale. Laryngo-Rhino 1980; 59: 690
- Bergeron, Hoffman. Subjektive und objektive Symptome vor und nach der Behandlung kleiner Akustikusneurinome. In: Geyer G, Helms J. Die Medizinische Welt. Schattauer, 1985; 36: 38-41
- Berg HM, Cohen NL, Hammerschlag PE, Waltzman SB. Acoustic neuroma presenting as sudden hearing loss with recovery. Otolaryng Head Neck Surg 1986; 94: 15-22
- Berg HM, Wigand ME. Lässt sich das Hörvermögen nach transtemporaler Ausräumung eines Akustikusneurinoms vorhersagen? Arch.of Oto-Rhino-Laryng. 1987: Suppl-II: 288-290

- Berg M, Rettinger G. The enlarged transtemporal approach to the cerebello pontine angle. Technique and indications. Acta Otorhinolaryngol. 1982; Ital. 2: 571-582
- Berg M. Neurologische Frühdiagnostik des Akustikusneurinoms – Indikationen zur Computer-Tomographie und Zisterno-Myelographie HNO Berlin 1981; 29: 357-363
- Bohrer PS, Chole RA. Unusual lesions of the internal auditory canal. Am J Otol 1996; 17: 143-149
- Böhme G, Welzl-Müller K. Audiometrie. Bern: Huber, 1993; 3: 87-111
- Braun HA, Love JG, Adams ND. Otologic evaluation of unilateral acoustic neurofibroma: review of 150 cases. Laryngoscope 1952; 62: 250
- Canigiani G. Nativdiagnostik mit Tomographie der Kleinhirnbrückenwinkeltumoren. In: Plester, Wende, Nakayama (Hrsg). Kleinhirnbrückenwinkeltumoren. Berlin, Heidelberg, New York: Springer, 1978: 92-111
- Christiansen C, Greiensen B. Reversible hearing loss in tumors in the cerebello-pontine angle. Otolaryngology 1985; 89: 1161
- Clemis JD, Masticola PG. The contralateral ear in acoustic tumors and hearing conservation. Laryngoscope 1981; 91: 1792

- Clemis JD, Mastricola PG. An analysis of the special audiometric test battery in 121 surgically proven acoustic tumors. Arch. Otolaryngology 1976; 102: 654
- Cohan NL,
Hammerschlag P. Acoustic neuroma surgery: an eclectic approach with emphasis on preservation of hearing. Ann Otol Rhinol Laryngol 1986; 95: 21
- Committee on Hearing and Equilibrium. guidelines for the evaluation of hearing preservation in acoustic neuroma. American Academy of Otolaryngology (AAO-HNS-Klassifikation). Head and Neck Surgery Foundation. Members: Monsell ME, Balkany TA, Gates GA, Goldenberg RA, Meyerhoff WL, House WJ. Jan 1995; 113: 179-180
- Cushing H. Tumors of the nervus acusticus. Philad Saund 1917
- Dandy WE. Surgery of the brain. Hagerstown, Prior, pp.671, 1945
- Dazert S, Brors D,
Carducci F, Greiner A,
Brechtelsbauer D,
Schwager K, Helms J. Differentialdiagnosen von Raumforderungen im inneren Gehörgang.
In: Die Chirurgie der lateralen Schädelbasis. Berlin, Heidelberg, New York: Springer, 2002
- Eiselsberg v. A. Probleme der Gehirn und Rückenmarkschirurgie. Arch. f. klin. Chir. 1926; Bd. 142: 203

- Eiselsberg v. A, Ranzi A. Über die chirurgische Behandlung der Hirn- und Rückenmarkstumoren. Arch. f. klin. Chir. 1913; Bd 102: 309
- Fisch U. Otochirurgische Behandlung des Akustikusneurinoms. In: Plester, Wende, Nakayama: Kleinhirnbrückenwinkeltumoren. Berlin, Heidelberg, New York: Springer 1978
- Fisch U, Wegmüller A. Early diagnosis of acoustic neuromas ORL J. Oto-Rhino-Laryngology and its Borderlands 1974; 36: 129-140
- Fukushima T. Patient Selection and Method of Evaluation for Hearing Preservation in Acoustic Neuroma Surgery. In: Kanzaki J, Tos M, Sanna M, Moffat DA, Kunihiro T, Inoue Y (Hrsg). Acoustic Neuroma. Vol 10. Tokio: Springer, 2003: 101-105
- Gantz BJ, Parnes LS, Harker LA, McCabe BF. Ann Otol Rhinol Laryngol 1986; 95: 454-459
- Geyer G, Helms J. Subjektive und objektive Symptome vor und nach der Behandlung kleiner Akustikusneurinome. Die Medizinische Welt. Schattauer, 1985; 36: 38-41.
- Gjuric M, Schneider W, Berg W. Im Fokus: Audiologische Klassifikation der Gehörerhaltung nach Abtragung von Akustikusneurinomen. HNO 5; 1997

- Gjuric M, Wigand ME,
Wolf SR. Enlarged Middle Fossa Vestibular Schwannoma Surgery. Experience with 735 cases Department of Otorhinolaryngology. University of Erlangen-Nuremberg. Erlangen, Germany 2001
- Gjuric M, Wigand ME,
Wolf SR. Extended middle fossa approach to lesions of the internal auditory canal and the cerebello-pontine angle. Techn. Neurosurg (im Druck)
- Godlee , Benett. Excision of a tumor from the Brain. Lancet 1984; II: 1090
- Graf K. Geschwülste des Ohres und des Kleinhirnbrückenwinkels. Stuttgart: Thieme, 1952
- Graf K. Die Kleinhirnbrückenwinkelgeschwülste. Fortschritte der Hals-Nasen-Ohrenheilkunde. Bd. 2. 1955: 146-274
- Graf H, Pelzer H. Untersuchungen über die Verständlichkeit einer Neuaufnahme des Freiburger Sprachtests. Z. Laryng. Rhinol. 1973; 52: 457-469
- Güttich A. Zur translabyrinthären Operation der Kleinhirnbrückenwinkeltumoren. Mschr Ohrenheilk. 1931; 65:272
- Haid T, Wigand ME. Advantage of the enlarged middle fossa approach in acoustic neurinoma surgery. Acta Otolaryngol. Stockholm 1992; 112: 387-407

- Haid T, Rettinger G,
Berg M. Neurootologische Frühdiagnostik des Akustikusneurinoms
- Indikation zur Computer-Tomographie und Zisterno-
Meatographie. HNO Berlin: 1981; 29: 357-363
- Harker LA. Middle cranial fossa acoustic neuroma exision: results and
complications. Ann Otol Rhinol Laryngol. 1986; 95: 454
- Harker LA, McCabe BF. Ann Otol Rhinol Laryngol. 1986; 95: 454-459
- Helms J. Hearing preservation in acoustic neurinoma surgery.
Otolaryngol Pol 1992; 46(6):533-7 (ISSN: 0030-6657)
Medline Indexing Date: 199306
- Helms J, Höhmann D,
Abdel-Aziz Y. Otosurgical aspects in diagnostics and therapie of acoustic
neurinomas.
Acta Neurochir. Wien: 1988; 92: 47-49
- Henschen F. Die Akustikustumoren. Eine neue Gruppe der radiologisch
darstellbaren Hirntumoren. Fortschr. a. d. Geb. d.
Röntgenstr. 1912; Bd. 18: 207
- Hitselberger WE. Early detestion of small bilateral acoustic tumors. Am J
Otol 1987; 8: 35
- Hitselberger WE,
House WF. Acoustic tumor surgery. Arch Otolaryngol 1966; 84:255
- Hughes BH, Aristides S,
Glasscock ME Management of bilateral acoustic tumors. Laryngoscope
1982; 92: 1351

- House WF. Surgical exposure of the internal auditory canal and its contents through the middle cranial fossa. The Laryngoscope 1961; 71: 1363
- House WF. Monograph II acoustic neuroma, surgical complications of acoustic tumor surgery. Arch. Otolaryngology 1968; 99: 569
- House WF. Transtemporal bone microsurgical removal of acoustic neuromas. Arch Otolaryngol; 1964; 80: 599
- House WF (Ed.) et al. Acoustic neuroma: monograph II. Arch Otolaryngol 1968; 88:6 (entire issue)
- House WF,
Hitselberger WF. Acoustic tumors. Handbook of Clinical Neurology. Bd. 17/2. Amsterdam: 1974: 666-692
- Höhmann D,
Dornhoffer JL,
Helms J. Hörresultate nach transtemporaler Entfernung von Akustikusneurinomen. HNO 1994; 42: 541-545
- Hüttenbrink KB. Manual der Untersuchungsmethoden Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde. Zülpich: Biermann, 1993
- Johnson EW. Auditory findings in 200 cases of acoustic neuromas. Arch Otolaryng 1968; 88: 598

- Kanzaki J, Kunihiro T,
Inoue Y. Some Proposals on Reporting Systems in Acoustic Neuroma. In: Kanzaki J, Tos M, Sanna M, Moffat D A, Kunihiro T, Inoue Y (Hrsg). Acoustic neuroma. Tokio: Springer, 2003: 107-113
- Knaus C, Müller J,
Milewski C, Helms J. Prä- und postoperative Hörresultate nach transtemporaler Akustikusneurinomexstirpation. In: Rochels R, Behrendt S (Hrsg). Orbita-Chirurgie. Einhorn-Press Verlag, 1997: 391-393
- Kohan D, Downey LL,
Lim J, Cohen NL,
Elowitz E. Uncommon lesions presenting as tumors of the internal auditory canal and cerebellopontine angle. Am J Otol, 1997; 18: 386-392
- Krücke W. Pathologie der peripheren Nerven. In: Handbuch der Neurochirurgie. Olivecrona H, Tönnies W, Krenkel W. (Hrsg.) Berlin, Heidelberg, New York: Springer, 1974: 1-242
- Kurze T, Doyle JB. Extradural intracranial (middle fossa) approach to the internal auditory canal. J Neurosurg 1962; 19:1033
- Lang J. Praktische Anatomie, Band I, Teil 1B
Berlin, Heidelberg, New York: Springer, 1979

- Linder T, Egli J,
Tschudi D. Zur Wait-and-See-Strategie beim einseitigen Akustikusneurinom. In: Bootz, Strauss (Hrsg). Die Chirurgie der lateralen Schädelbasis. Berlin, Heidelberg, New York, Barcelona, Hongkong, London, Mailand, Paris, Tokio: Springer, 2002: 79
- Long DM, Kennedy
DW, Holliday MJ. Ear Nose Throat Journal 1986; 65: 163-173
- Mc Ewen. Surgery of the brain and spinal cord. Brit.med.journ.1988; II: 302
- Mazzoni A, Calabrese V,
Barbò R. Outcome Reporting in Hearing Preservation Surgery: The Place of the MRI Follow-Up. In: Kanzaki J, Tos M, Sanna M, Moffat DA, Kunihiro T, Inoue Y (Hrsg). Acoustic Neuroma. Tokio: Springer, 2003: 107-113
- Mattox DE. Vestibular schwannomas Otolaryngol. Clin.North Amer. 1987; 20: 149-160
- Murakami S, Watanabe N,
Kamei S. New Classification of Postoperative Hearing Results Following Acoustic Neuroma Surgery. In: Kanzaki J, Tos M, Sanna M, Moffat DA, Kunihiro T, Inoue Y (Hrsg). Acoustic Neuroma. Tokio: Springer, 2003: 107-113
- Mulch G. Spontaneous and positional nystagmus in healthy persons demonstrated only by electronystagmographie: physiological spontaneous nystagmus or “functional scar”? Arch Otolaryngol. New York: 1977; 215: 135

- Mulch G. Zur Frühdiagnose der Tumoren des Kleinhirnbrückenwinkels. HNO Berlin: 1978; 26: 258-264
- Neely JG. Gross and microscopic anatomy of the eighth cranial nerve in relationship to the solitary schwannoma. Laryngoscope 1981; 91: 1512-1531
- Nidecker A, Wehrle T, Elke M. Fortschr. Röntgenstr. 1985; 142: 56-63
- Ott PM. Zur Diagnose des Akustikusneurinoms. HNO 1979; 27: 375-376
- Olivecrona H. Analysis of the results of complete and partial removal of acoustic neurinomas. J. Neurol. 1950; 13: 271-272
- Panse R. Ein Gliom des akustikus. Arch Ohr Heilk 1904; 61: 251
- Patrick J, Wade MD, House WF. Hearing preservation in patients with acoustic neuromas via the middle fossa approach. In: The university of southern California School of Medicin, the Vincent Medical Center and the Otologic Medical Group. (Dr. House), Presented at the Fourth International Workshop: Neurological Surgery of the Ear and Skull Base, Sarasota, Fla., Feb. 19-24, 1983. Submitted for publication Feb. 19, 1983; accepted March 2, 1983

- Pendl G,
 Meixensberger J,
 Schwager K, Linder T,
 Tos M. Rundtischgespräch zur Therapie des
 Vestibularisschwannoms. In: Bootz F, Strauss G (Hrsg).
 Die Chirurgie der lateralen Schädelbasis. Berlin
 Heidelberg, New York: Springer, 2002
- Pensak ML, Jackson CG,
 Glasscock ME,
 Gulya AJ. Facial reanimation with the VII-XII anastomosis: analysis
 of the functional and psychologic results. Otolaryngol
 Head Neck Surg 1986; 94: 305-310
- Pertuiset B. Les neurinoms de l'acoustique développés dans l'angle
 ponto-cérébelleux. Neuro-chirurgie 1970; 16:1-147
- Plath P, Stühlen HW,
 Graf H, Pelzer H. Untersuchungen über die Verständlichkeit einer
 Neuaufnahme des Freiburger Sprachtests. Laryng Rhinol
 1973; 52 457-469
- Platte HJ, Hövel v. H. Zur Deutung der Ergebnisse von
 Sprachverständlichkeitsmessungen mit Störschall im
 Freifeld. Acustica 1980; 45: 139-150
- Plester D, Wende S,
 Nakayama N. Kleinhirnbrückenwinkeltumoren - Diagnostik und
 Therapie. Berlin, Heidelberg, New York: Springer, 1978

- Poppert JL. An Atlas of Neurosurgical Techniques. Philadelphia, Saunders. 1960; 522
- Pulec JL, House WF. Vestibular involvement and testing in acoustic neuromas. Arch Otolaryng. 1964; 80: 658
- Regli F. Neurologische Aspekte der Kleinhirnbrückenwinkeltumoren. In: Plester, Wende, Nakayama (Hrsg). Kleinhirnbrückenwinkeltumoren. Berlin, Heidelberg, New York: Springer, 1978
- Sachs E Jr. Translabyrinthine microsurgery for acoustic neuromas. J Neurosurg. 1965; 22:39
- Sanna M, Kobayashi T, Kansaki J. Grading systems for Preoperative and Postoperative Hearing. In: Kanzaki J, Tos M, Sanna M, Moffat DA, Kunihiro T, Inoue Y (Hrsg). Acoustic Neuroma. Consensus on systems for Reporting Results. Volume 10. Berlin, Heidelberg, New York, Hongkong, London, Mailand, Paris, Tokio: Springer, 2003
- Sasaki T, Watanabe K, Watanabe T, Saito N. Evaluation of Tinnitus before and after microsurgical resection of acoustic tumors. In: Kanzaki J, Tos M, Sanna M, Moffat DA, Kunihiro T, Inoue Y (Hrsg). Acoustic Neuroma. Consensus on systems for Reporting Results. Volume 10. Berlin, Heidelberg, New York, Hongkong, London, Mailand, Paris, Tokio: Springer, 2003

- Schlungbaum W. Zur Röntgendiagnostik des Akustikusneurinoms. Radiol Clin. 1959; 28: 139-149
- Schramm J, Mokrusch T,
Fahlbusch R, Hochstetter. Intra- und perioperative akustisch evozierte Hirnstammpotentiale bei Kleinhirnbrückenwinkeloperationen. HNO 1985; 33: 495
- Schramm J, Watanabe E,
Stauss C, Cedzich C,
Ahlbusch R. Useful parameters in intraoperative monitoring of evoked potentials. Adv. Neurosurgery 1988; 16
- Schwager K, Helms J. Würzburger Schule der Akustikusneurinomchirurgie. Interdisziplinäre Chirurgie des Akustikusneurinoms - Würzburger Konzept aus Sicht des Otochirurgen. In: Bootz F, Strauss G (Hrsg). Die Chirurgie der lateralen Schädelbasis. Berlin, Heidelberg, New York, Barcelona, Hongkong, London, Mailand, Paris, Tokio: Springer, 2002
- Schwager K, Pendl G,
Meixensberger J,
Linder T, Tos M. Rundtischgespräch zur Therapie des Vestibularisschwannoms. In: Bootz F, Strauss G (Hrsg). Die Chirurgie der lateralen Schädelbasis. Berlin Heidelberg, New York: Springer, 2002
- Shambaugh GE jr. Surgery of the Ear. Philadelphia, Saunders. 1959.

- Shelton C, House WF. Hearing improvement after acoustic tumor removal (1990). In: Höhmann, Dornhoffer, Helms (Hrsg). Hörresultate nach transtemporaler Entfernung von Akustikusneurinomen. HNO. Würzburg: Springer, 1994; 42: 541-545
- Silverstein H, McDaniel A. Hearing preservation after acoustic neuroma surgery using intraoperative direct eighth cranial nerve monitoring. American Journal of Otology. Suppl. Issue 1985
- Skinner HA. The origin of acoustic nerve tumors. Brit J Surg 1929; 16: 440-463
- Smith M, Miller RN. Suboccipital microsurgical removal of acoustic neurinomas of all sizes. Ann Otol 1973; 82: 407
- Sternberg C, Sterkers J,
Desgeorges M,
Sterkers O,
Corlie P. Fazial nerve function in acoustic tumor surgery.
In: Portmann M (Hrsg). Masson Publ. New York: 1984: 435
- Thomsen J, Mirz F,
Randi W, Astrup J,
Bojsen-Moller M,
Nielsen E. Intracranial Sarcoma in a Patient With Neurofibromatosis Type 2 Treated With Gamma Knife Radiosurgery for Vestibular Schwannoma. The American Journal of Otology. 2000; 21:364-370

- Tonn JC, Schlake HP,
Goldbrunner R,
Milewski C
Helms J, Roosen K. Acoustic neuroma surgery as an interdisciplinary approach: a neurosurgical series of 508 patients. J Neurol Neurosurg Psychiatry 2000; 69: 161-166
- Tooth L. Treatment of tumors of the brain and the indications for operation. Transact. 17. Internat. Kongr. Med. London: 1913; Section XI, I: 161
- Wechsler W. Pathologie der Kleinhirnbrückenwinkel-Tumoren. In: Plester, Wende, Nakayama (Hrsg). Kleinhirnbrückenwinkeltumoren - Diagnostik und Therapie. Berlin, Heidelberg, New York: Springer, 1978
- Wade PJ, House W. Hearing preservations in patients with acoustic neuromas via the middle fossa approach. Otolaryngol Head Neck Surgery 1984; 92: 184
- Wernicke A , Werbs M. Untersuchung zur Voraussage des Rückbildungsverlaufes des Fazialisfunktion nach Akustikusneurinom -Operation auf transtemporalem oder translabyrinthärem Weg. HNO-Praxis 1988; 13: 91
- Wigand ME, Haid T,
Haid G, Berg M. Die Ausräumung von Oktavusneurinomen des Kleinhirnbrückenwinkels mit transtemporalem Zugangsweg über die mittlere Schädelgrube. HNO 1985; 33: 11-16

- Wigand ME. In: Gjuric M, Schneider W, Berg W.
Im Fokus: Audiologische Klassifikation der
Gehörerhaltung nach Abtragung von
Akustikusneurinomen. HNO 5.97; 1997
- Wolf SR, Triebswetter F,
Wigand ME. Measurement of Tumor Volume in Acoustic Neurinomas.
In: Kanzaki J, Tos M, Sanna M, Moffat D A, Kunihiro T,
Inoue Y (Hrsg). Acoustic Neuroma. Consensus on systems
for Reporting Results. Volume 10. Berlin, Heidelberg,
New York, Hongkong, London, Mailand, Paris, Tokio:
Springer, 2003: 49-53
- Yasargil MG, Fisch U. Unsere Erfahrungen in der mikrochirurgischen
Exstirpation der Akustikusneurinome. Arch. Otolaryngol
1969; 194: 243-248
- Zülch KJ. Biologie und Pathologie der Hirngeschwülste. In:
Handbuch der Neurochirurgie. Berlin, Göttingen,
Heidelberg: Springer, 1956; 17/2: 666

Danksagung

Herrn Priv.-Doz. Dr. med. K. Schwager danke ich aufrichtig für die tatkräftige Unterstützung und Betreuung meiner Arbeit und seinen Einsatz auch in der Freizeit und am Wochenende.

Herrn Prof. Dr. med. J. Helms danke ich herzlich für die Überlassung des Themas und die Möglichkeit, an seiner Klinik arbeiten zu dürfen.

Für ihre stetige, freundliche Hilfsbereitschaft bei organisatorischen Fragen danke ich den beiden Vorzimmerdamen Frau Schöffner und Frau Wendel.

Den Damen und Herren aus dem Archiv gilt ebenso mein Dank.

Lebenslauf:

Name: Eckert
Vorname: Tobias, Ulrich
Anschrift: Bucherstr. 58
89171 Illerkirchberg

geb. am: 29.4.1977
in: Ulm

Eltern: Dr. med. Georg Eckert, Augenarzt
Dr. med. Dorothe Eckert, Kinderärztin

Geschwister: Christoph, Sebastian Eckert (23.7.1980)
cand. med.

Schulbildung: 1983-1987 Grundschule Illerkirchberg
1987-1996 naturwissenschaftliches Gymnasium
1996 Abitur am naturwissenschaftlichen Gymnasium Wiblingen bei Ulm

Sept. 1996 –
Sept. 1997: Zivildienst an einer Schule für Körperbehinderte (Fr.v. Bodelschwingh-Schule,
Ulm)

Okt. 1997-
Juli 2002: Studium der Zahnmedizin an der Julius-Maximilian-Universität Würzburg

Juli-
Dez. 2002: Staatsexamen

März 2003-
April 2004: berufstätig als Assistenz Zahnarzt an der Universitätszahnklinik Zürich (Herr
Dr. van Waes und Herr Prof. Stöckli)

Ab Mai 2004: Fachzahnärztliche Weiterbildung bei Herrn Dr. M. Ackermann (Bad
Wörishofen)



Tobias Eckert

