

## Vestibularisschwannome zwischen 1 und 3 cm: Bedeutung der Tumorgöße im Hinblick auf das chirurgische und funktionelle Ergebnis

Abolghasem Sepehrnia<sup>a,1</sup>, Hamid Borghei-Razavi<sup>b,\*,1</sup>

Abteilung für Neurochirurgie und Schädelbasischirurgie, Klinik St. Anna, Luzern, Schweiz

Fachabteilung Neurochirurgie, Clemenshospital Münster, Akademisches Lehrkrankenhaus der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster, Duesbergweg 124, 48153 Münster, Deutschland

### ARTIKEL-INFO

#### Artikel-Historie:

Erhalten am 11. August 2014

Überarbeitete Fassung erhalten am

15. November 2014

Genehmigt am 27. November 2014

Online verfügbar seit 4. Dezember 2014

#### Stichwörter:

Vestibularisschwannom

Erhalt der Fazialisnerv-Funktion

Erhalt der Hörfunktion

Retrosigmoid-Ansatz

Halbsitzende Position

### ZUSAMMENFASSUNG

**Ziel:** Das Ziel der Studie war es, die chirurgischen und funktionellen Ergebnisse des

mikrochirurgischen osteoplastischen Retrosigmoid-Ansatzes in einer halbsitzenden Position bei zwei Patientengruppen mit Vestibularisschwannom (VS) einer Größe von 1 bis 3 cm zu vergleichen.

**Methode:** Patienten mit VS wurden in einer retrospektiven 5-Jahres-Studie zwei Patientengruppen zugeordnet: Patienten mit VS-Größen von 1 -< 2 cm bei maximalem intra-/extrameatalen Durchmesser (n=292) wurden der Gruppe „A“ zugeordnet und Patienten mit VS-Größen zwischen 2 und 3 cm (n=154) wurden der Gruppe „B“ zugeordnet.

**Ergebnisse:** Signifikante Unterschiede bei den postoperativen Ergebnissen (p<0,05) wurden in Bezug auf die Fazialisnerv-Funktion des House-Brackmann-Grads I (94 % bei Gruppe A gegenüber 78 % bei Gruppe B) und den Erhalt der präoperativen Hörfunktion (51 % bei Gruppe B gegenüber 34 % bei Gruppe A) festgestellt.

Bei Patienten mit Tumorgößen zwischen 1 und < 2 cm konnte im Vergleich zu Patienten mit Tumorgößen zwischen 2 und 3 cm eine vollständige Tumorentfernung erreicht und der Fazialisnerv sowie die Hörfunktion häufiger erhalten werden.

**Schlussfolgerung:** Bereits eine geringfügige Zunahme der Tumorgöße steht postoperativ mit einer signifikanten Verminderung des Erhalts der Hör- und Fazialisnerv-Funktion in Zusammenhang, was darauf schließen lässt, dass die Entfernung des Tumors im frühestmöglichen Stadium durchgeführt werden sollte. Des Weiteren stehen diese Ergebnisse im Widerspruch zur empfohlenen abwartenden Haltung bei intra-/extrameatalen Tumoren.

© 2014 Elsevier B.V. Alle Rechte vorbehalten.

## 1. Einleitung

Ziel eines jeden chirurgischen Eingriffs sollte es sein, lebensbedrohliche Ereignisse zu verhindern und Möglichkeiten zum Erhalt der Nervenfunktion zu finden, um so die Lebensqualität der Patienten zu verbessern [3]. Ein chirurgischer Eingriff aufgrund von Vestibularisschwannomen (VS) stellt nach wie vor eines der anspruchsvollsten Operationsverfahren dar, während die Mikrochirurgie immer mehr zum wichtigsten Bestandteil der Behandlung von Patienten mit VS wird. Infolgedessen besteht das dringende Bedürfnis, die Faktoren, welche die funktionellen Ergebnisse bei mikrochirurgischen Patienten beeinflussen, besser zu identifizieren und zu beurteilen.

VS, häufig auch Akustikusneurinom genannt [1-3], ist derzeit die bevorzugte Bezeichnung für einen Tumor, der sich nicht aus dem Akustik-Nerv entwickelt, sondern aus den Schwann-Scheide-Zellen des distalen Teils über dem vestibulären Nerv (nicht der cochleäre Teil) [4]. Diese Tumore sind histologisch gutartig [3], und die Diagnose

kann häufig allein durch klinische Anamnese gestellt werden. Die Prävalenz bei erwachsenen Männern und Frauen ist ungefähr gleich [5].

Die Beschwerden stehen in engem Zusammenhang mit der Tumorgöße und beginnen häufig mit einer Triade von Symptomen, nämlich unilateralem sensorineuralem Hörverlust, Tinnitus und Gleichgewichtsstörungen (Gangstörung) [4,5]. Es können jedoch auch große Tumore vorliegen, die jedoch erstaunlicherweise wenig Symptome und fast keine Anzeichen wie zum Beispiel Hörverlust aufzeigen. Auch Tumore einer Größe von 4 bis 5 cm können nahezu keine physikalischen Befunde und nur geringfügige Begleiterscheinungen aufweisen. Zudem ist eine bestimmte Anzahl der Patienten von einer zentralen Neurofibromatose, einem bilateralen VS und intrakraniellen Meningeomen sowie anderen Neoplasmen betroffen.

Der Zeitpunkt der Diagnose, die klinische Erfahrung und die Tumorgöße wurden als Faktoren identifiziert, die die postoperativen Ergebnisse in Bezug auf die Hör- und Fazialisnerv-Funktion signifikant beeinflussen. Zahlreiche Studien-Autoren berichten über einen Erhalt der Funktion des Gehörs von bei ungefähr 50 % der Patienten nach der Entfernung eines kleinen Tumors und sogar von weit besseren Ergebnissen nach vollständig intrakanalikulären Läsionen [3,6].

Aus diesen Gründen ist der leitende Studien-Autor (A.S.) davon überzeugt, dass in allen Fällen von VS die vollständige chirurgische Entfernung des Tumors, unabhängig von der Tumorgöße, und der Erhalt der Fazialisnerv-Funktion das Ziel sein und im Mittelpunkt der Anstrengungen stehen sollte, um die Funktion des Gehörs zu erhalten.

Autor: Tel.: +49 2519762401; Fax: +49 2519762402. E-Mail-Adressen: shbr61@yahoo.com, h.borghei-razavi@clemenshospital.de (H. Borghei-Razavi).

1 Drs Borghei-Razavi und Sepehrnia lieferten gleichermaßen Beiträge zu diesem Artikel.

**Tabelle 1**

Die Verteilung der Patienten in zwei Untersuchungsgruppen in der Studie in Abhängigkeit von der TumorgroÙe. Wir haben die chirurgischen Ergebnisse und die Komplikationen dieser zwei Gruppen mit bestehenden Akustikusneurinomen verglichen.

Gruppe	A	B
TumorgroÙe	1-< 2 cm	2-3 cm
Population	292	154
Durchschn. GröÙe	1,7 cm	2,6 cm

Es gibt zahlreiche Möglichkeiten der Behandlung von Akustikusneurinomen, insbesondere abwartende Haltung [10-18], Mikrochirurgie, fraktionierte, stereotaktische Radiotherapie [7], Gamma-Messer-Chirurgie [8] und Radiochirurgie [9]. Jedoch bleibt die Frage bestehen, welche dieser Methoden sich für die Behandlung von Akustikusneurinomen am besten eignet. Studien-Schwerpunkte sind die Mikrochirurgie als Behandlungsmethode und die Evaluierung der TumorgroÙe als postoperativer, funktioneller Bestimmungsfaktor (Gruppen A und B) (Tabelle 1).

Da die Ergebnisse in standardisierter Form (House-Brackmann-Skala für die Fazialisnerv-Funktion und Gardner and Robertson-Klassifizierung für die Funktion des Gehörs) dargelegt werden, können sie für einen Vergleich zwischen den verschiedenen, zur Behandlung von VS angewandten Methoden herangezogen werden.

## 2. Methoden

### 2.1 Studiendesign

Zwischen 1999 und 2010 führte der leitende Autor (A.S.) der Studie mehr als 1000 VS-Eingriffe mittels *subokzipitalem Retrosigmoid-Ansatz in halbsitzender Position bei Patienten in zwei verschiedenen Kliniken* durch (Tabelle 2). Darüber hinaus wurden am Clemenshospital in Münster zwischen 2002 und 2010 627 Fälle von VS chirurgisch behandelt.

Für die Patientenrekrutierung wurden re- und postoperative Daten, Operationsberichte und Follow-up-Daten über einen Zeitraum von bis zu 8 Jahren überprüft. Demographische Daten, die für jeden Patienten aufgezeichnet wurden, umfassten das Alter, Geschlecht, die anfänglichen Symptome oder Anzeichen, den neurochirurgischen Status vor und nach dem Eingriff, die TumorgroÙe, chirurgische Komplikationen und der neurochirurgische Status bei Entlassung und Follow-up.

Die vollständige Entfernung des Tumors wurde intraoperativ durch visuelle Beobachtung am Ende des Eingriffs und kurz nach dem Eingriff mittels bildgebender Verfahren (MRT unter Verwendung von Kontrastmitteln) einen Tag nach dem Eingriff (Abb. 2) beurteilt. Die Fazialisnerv-Funktion wurde anhand der House-Brackmann-Skala beurteilt, und die Funktion des Gehörs gemäß der Gardner-Robertson-Klassifizierung eingestuft. Anhand der Zuordnungskriterien (Tabelle 3) wurden dann die Patientenmerkmale geschichtet. Sämtliche Eingriffe wurden von demselben Chirurgen in derselben Einrichtung unter Verwendung identischer Standards durchgeführt, um statistische Verzerrungen zu vermeiden. Nach Anwendung der Zuordnungskriterien wurde der Kandidatenpool (n=424) in zwei Gruppen unterteilt. Patienten mit einer TumorgroÙe von 1- < 2 cm wurden der Gruppe „A“ (n=292) und Patienten mit einer TumorgroÙe von 2 bis 3 cm wurden der Gruppe „B“ (n=154) (Tabelle 1) (Abb. 1 und 2) zugeordnet. In der Literatur wird die Verwendung des Gardner-Robertson-Grads III

**Tabelle 2**

Die Einteilung der chirurgisch behandelten Patienten mit Vestibularisschwannom in zwei verschiedenen Zentren.

Gruppe 1 1997-2002	420
Gruppe 2 2002-2010	572+54 <sup>a</sup>
	1046

<sup>a</sup>54 Patienten wurden von der Studie ausgeschlossen (siehe Tabelle 3).

**Tabelle 3**

Die Ausschlusskriterien und die Einteilung der ausgeschlossenen Patienten.

Patienten mit Neurofibromatose (NF) I	1
Patienten mit Neurofibromatose (NF) II	6
Tumorrezidiv nach Gamma-Messer-Chirurgie	7
Tumorrezidiv nach Radiotherapie	12
Tumorrezidiv nach Mikrochirurgie	27

**Abb. 1:** Die Berechnung der TumorgroÙe im Rahmen der Studie basierte auf dem maximalen intra-/extrameatalen Durchmesser.

zur Beurteilung der Funktion des Gehörs kontrovers diskutiert. Verschiedene Berichte und Experten ziehen zur Beurteilung der Funktion des Gehörs die Verwendung der Grade I-III in Betracht. Gestützt auf die Expertenmeinung und solche Berichte wurden hier ebenfalls die Grade I-III als Maß für die Beurteilung der Funktion des Gehörs hinzugezogen [10].

Zur Bestätigung der Klassifizierung wurden alle Grad-III-Patienten nach ihrer Fähigkeit befragt, mit ihrem geschädigten Ohr Stereoton zu hören und Telefongespräche zu führen. Ergebnis: Jeder Grad-III-Patient konnte Telefongespräche führen und Stereoton hören. Sprachdiskriminationstests wurden nicht angewandt, weil die Patientendaten für bedeutsame Statistikanalysen nicht ausreichend vollständig waren.

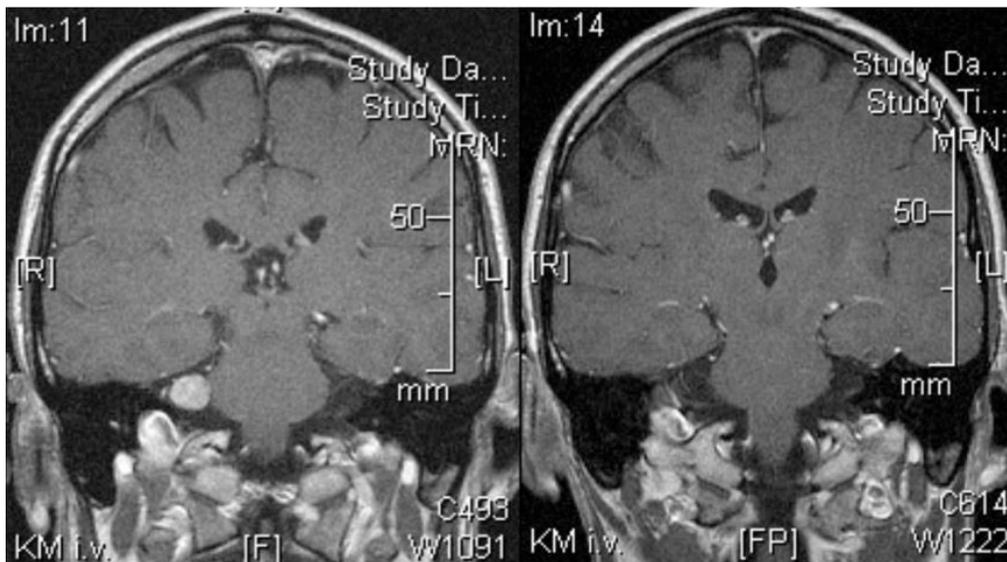
### 2.2 Patientendemographien

Das Durchschnittsalter der Patienten in Gruppe A betrug 50,2 Jahre (Altersspanne von 28 bis 65 Jahren); mehr Männer (54 %) als Frauen (46 %) nahmen teil. Die linke Gehörseite war in 40 % der Fälle und die rechte in 60 % der Fälle betroffen. Die durchschnittliche Follow-up-Dauer betrug 63 Monate (Zeitspanne von 9 bis 88 Monaten). Das Durchschnittsalter der Patienten in Gruppe B betrug 53,7 Jahre, davon waren 57 % Männer und 43 % Frauen. Die linke Gehörseite war in 44 % der Fälle und die rechte in 56 % der Fälle betroffen. Die durchschnittliche Follow-up-Dauer betrug 67 Monate (Zeitspanne von 12 bis 70 Monaten) (Tabelle 4). Die Chi-Quadrat- und Fisher-Exact-Tests wurden angewandt, um zu bestimmen, ob der Anteil der chirurgischen und funktionellen Ergebnisse zwischen den zwei Gruppen gleich war. Der p-Wert von < 0,05 zeigte einen statistisch signifikanten Unterschied an.

**Tabelle 4**

Vergleich von Gruppe A und B

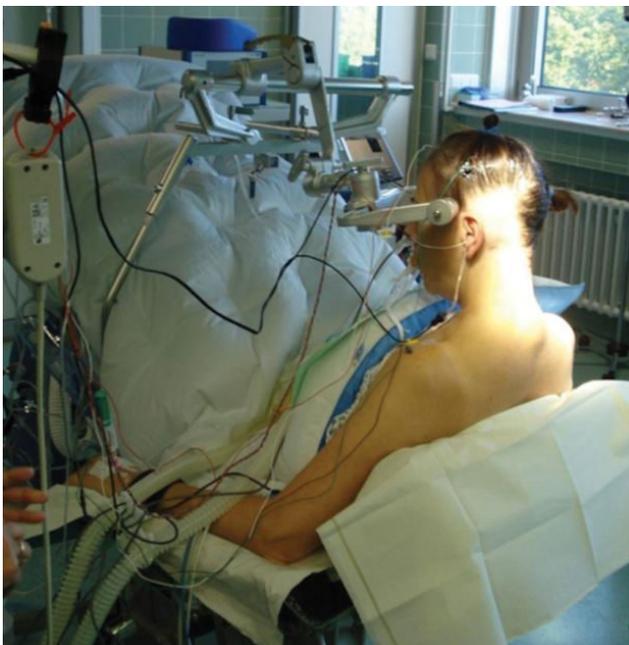
Gruppe	A	B
TumorgroÙe	1-<2 cm	2-3 cm
Anzahl	292	154
Durchschnittsalter	50,2 Jahre	53,7 Jahre
Durchschn.		
Follow-up-Dauer	63 Monate	67 Monate
Männlich	54 %	57 %
Weiblich	46 %	43 %

**Abb. 2:** Prä- und postoperative bildgebende Untersuchung eines Patienten mit Vestibularisschwannom mit einer intra-/extrameatalen Größe von 1,6 cm.

### 2.3 Chirurgische Strategie

Der standardmäßige Retrosigmoid-Ansatz wird häufig von Neurochirurgen bevorzugt und bietet viele Vorteile. Einen großen Vorteil stellt die Flexibilität des Ansatzes in Bezug auf die Tumorgöße und die extrakanalikuläre Ausbreitung dar. Die halbsitzende Position, Rückenlage, Rückenschräglage Parkbank und laterale Schrägpositionen wurden für die subokzipitale Entfernung des Akustikusneurinoms verwendet [25]. Alle Patienten in unserer Reihe wurden in der halbsitzenden Position operiert (Abb. 3).

Die chirurgischen Eingriffe erfolgten unter Vollnarkose und in skelettaler Fixierung in einer tatsächlich halbsitzenden Position. Für den Einschnitt wurde ein Bereich von ca. 2 Fingerbreit am hinteren Ende des Mastoids identifiziert.

**Abb. 3:** Operation eines linksseitigen Vestibularisschwannoms in halbsitzender Position mittels eines osteoplastischen, subokzipitalen Ansatzes.

Wir platzierten das Bohrloch in den obersten Teil des Einschnitts über dem Asterion und führten dann die okzipitale Kraniotomie über dem Sinus sigmoideus mittels Hochgeschwindigkeitsbohrer unter Verwendung der Kraniotome auf der gegenüberliegenden Seite durch, um den Schädelknochen zu entfernen. Während des Eingriffs wurde besonders auf Luftbläschen geachtet, die sich während der Öffnung bilden können. Diese Art von Lufteintrittsstellen wurde bei Identifizierung umgehend mit Knochenwachs verschlossen.

Nach der Entfernung des Knochens wurde die Dura überkreuzend übereinander und seitlich (parallel zum Sinus sigmoideus) mit 1 cm Abstand zur Verbindungsstelle des Sinus sigmoideus und des traversen Sinus geöffnet. Diese Exposition legte den unteren Rand des traversen Sinus und den medialen Rand des Sinus sigmoideus offen. Routinemäßig wurde die Cisterna Magna geöffnet, um das Abfließen des Liquor cerebrospinalis zu ermöglichen. Von diesem Zeitpunkt an wurden die Retraktoren mehr zum Schutz des Kleinhirns als zum Zurückziehen des Hirngewebes verwendet.

Nachdem der hintere Bereich des Tumors freigelegt worden war, bestand der nächste Verfahrensschritt darin, den siebten Nerv zu stimulieren, um sicherzustellen, dass er sich nicht über den hinteren Bereich des Tumors erstreckt. Durch eine visuelle Prüfung durch den Chirurgen wurde sichergestellt, dass sich der siebte Nerv nicht in einer aberranten Position befindet. Anschließend konnte die Ebene zwischen der Kapsel und dem Arachnoidea identifiziert werden. Im nächsten Schritt wurde die extrakapsuläre Dissektion durchgeführt, wobei die hinteren, oberen, unteren und schließlich die medialen Ränder des Tumors freigelegt wurden.

Bei den vorliegenden Tumortypen – alle Tumore wiesen einen Durchmesser von weniger als 3 cm auf – wurde zunächst immer der innere Gehörgang (IAC) aufgebohrt. Für das Aufbohren des IAC wurden vorzugsweise die kleinen Duralsäcke angehoben, die nacheinander ersetzt wurden und die vollständige Entfernung des Kanals ermöglichten. Die hintere Wand des Kanals wurde entfernt und abhängig von der Anatomie wurde die Dissektion darüber oder darunter durchgeführt, um einen größeren Teil des Tumors freizulegen [27,28].

Nach dem Bohren des IAC wurde der Tumor mittels ultraschallgeführter Follikelpunktion, Mikrodissektoren und Microcup-Pinzetten von der lateralen hoch zur medialen Seite entfernt. Nachdem das Debulking des Tumors für möglich befunden wurde, wurde die Tumor-Kapsel unter Erhaltung der Arachnoidea vorsichtig in den Bereich bewegt.

Adhäsionen zwischen dem Tumor und der Dura am Rande der Öffnung erschweren die Dissektion des siebten Nerven auf dieser Ebene erheblich. Deshalb wurde ein Fazialisnerv-Stimulator verwendet, um zu überprüfen, dass der Fazialisnerv nicht durch die Kapsel eingeklemmt wird [28,31].

Häufig gibt es Hohlräume in den gebohrten Rändern des Felsenbeins. Dieser Bereich wird mit Muskelgewebe und Fibrin gefüllt, sobald der Tumor vollständig entfernt worden ist, um das Abfließen von Liquor nach dem chirurgischen Eingriff zu verhindern. Sorgfältiges Blutstillen wurde eingehalten. Die Dura wurde wasserdicht verschlossen.

An diesem Punkt entfernten wir den Knochen, und wir sind der Meinung, dass diese Methode (osteoplastisch statt osteoklastisch) Kopf- und Nackenschmerzen sowie Abfließen von Liquor nach dem chirurgischen Eingriff (Einschnittundichtigkeit) verhindert, das nach einer VS-Chirurgie in halbsitzender Position für gewöhnlich auftritt. (Tabelle 12) [32].

**Tabelle 5**

Vergleich beider Gruppen in Bezug auf den Erhalt der Fazialisnerv-Funktion bei Entlassung.

Gruppe	A (%)	B (%)
Grad I (ausgezeichneter Erhalt der Fazialisnerv-Funktion)	94	78
Grad II	6	20
Grad III	0	2
Anatomischer Erhalt des Fazialisnervs	100	100

**Tabelle 6**

Die prä- und postoperativen Hörergebnisse in Gruppe A basierend auf der Gardner-Robertson-Skala.

	I	II	III	IV
Präop.	33 %	26 %	35 %	6 %
Postop.	18 %	16 %	17 %	49 %

**Tabelle 7**

Die prä- und postoperativen Hörergebnisse in Gruppe B basierend auf der Gardner-Robertson-Skala.

	I	II	III	IV
Präop.	27 %	31 %	29 %	13 %
Postop.	12 %	15 %	7 %	66 %

**Tabelle 8**

Vergleich des funktionellen Erhalts der Hörfunktion in beiden Gruppen basierend auf der guten Hörfunktion (erste Zeile) oder der nutzbaren Hörfunktion (zweite Zeile).

Gruppe	A	B
Funktioneller Erhalt der Hörfunktion (I, II, III G und R) <sup>a</sup>	51 %	34 %
Erhalt der nutzbaren Hörfunktion (I, II, G und R) <sup>a</sup>	34 %	27 %

<sup>a</sup>In der Literatur wird die Verwendung von Grad III der Gardner-Robertson-Skala für funktionelles Hören kontrovers diskutiert. Zahlreiche Werke und viele Experten erachten die Verwendung von Grad I-III als gutes funktionelles Hören als angemessen. Basierend auf Expertenmeinungen und solcher Literatur betrachten wir ebenfalls die Grade I-III als gutes funktionelles Hören [10] (siehe Abschnitt 2).

### 3. Ergebnisse

Die mittlere Tumorgröße in Gruppe A betrug 1,7 cm und in Gruppe B 2,6 cm. Eine vollständige Entfernung wurde bei allen Patienten beider Gruppen erreicht. Die anatomische Integrität des Fazialisnervs wurde zu 100 % bei beiden Gruppen erhalten.

Zum Zeitpunkt der Entlassung wiesen 94 % der Patienten in Gruppe A hervorragende (H&B Grad I) und 6 % gute (H-B Grad II) Fazialisnerv-Funktionen auf. Bei 51 % der Patienten in Gruppe A konnte das präoperative Hörniveau erhalten werden. Es gab keine Fälle von neu entwickelter kranialer Nervendysfunktionen bei den Patienten.

In Bezug auf die folgenden Ergebnisse wurden beim Vergleich der zwei Gruppen signifikante Unterschiede festgestellt: hervorragende Fazialisnerv-Funktion (H&B Grad I) (94 % bei Gruppe A gegenüber 78 % bei Gruppe B) und Erhalt des präoperativen Hörniveaus (51 % bei Gruppe A gegenüber 34 % bei Gruppe B) (Tabellen 5-8).

Postoperative Fazialisparese wurde direkt vor der Entlassung am 7. Tag des Krankenhausaufenthalts und nach 6 Monaten beurteilt. Die Unterschiede zwischen dem Grad der postoperativen Fazialisparese bei Entlassung und 6 Monate nach dem chirurgischen Eingriff wurden in den Tabellen 9 und 10 zusammengefasst.

Abfließen von Liquor trat bei 4,5 % der Patienten in Gruppe A und bei 4 % in Gruppe B auf, der Unterschied ist jedoch nicht als statistisch signifikant zu bezeichnen. Bei ungefähr 2 % aller Patienten wurde aufgrund von abfließendem Liquor nach dem Eingriff eine Lymphdrainage durchgeführt. Des Weiteren war eine Wundrevision bei nur 1 % aller Patienten (Tabellen 11 und 12) notwendig. Die präoperative Mortalitätsrate bei beiden Gruppen betrug 0 %.

**Tabelle 9**

Verbesserung der Fazialisparese zum Zeitpunkt der Entlassung (7. Tag nach dem Eingriff) nach der HES-Infusion (Hydroxyethylstärke).

Gruppe	Grad II bis I	Grad III-II
Gruppe A	1 %	0 %
Gruppe B	3 %	0,5 %

**Tabelle 10**

Verbesserung der Fazialisparese vom Zeitpunkt der Entlassung bis zum ersten Follow-up nach 6 Monaten.

Gruppe	Grad II bis I	Grad III-II
Gruppe A	1 %	0 %
Gruppe B	7 %	1 %

**Tabelle 11**

Einteilung der verschiedenen Arten von Liquor-Abfluss bei beiden Patientengruppen.

Liquor-Abfluss	A	B
Rhinoliquorrhoe	2 %	2 %
Liquor-Abfluss inzisional	2,5 %	2 %
Liquor-Abfluss aus Ohr	0 %	0 %

**Tabelle 12**

Vergleich der verschiedenen Komplikationen bei beiden Gruppen.

Gruppe	A	B
Wundrevision	1 %	1 %
Liquor-Abfluss	4,5 %	4 %
Lymphdrainage	3 %	3 %
Kopfschmerzen	8 %	9 %
Nackenschmerzen	7 %	7 %
Hydrocephalus	0 %	0 %

In unserer Studie wurden kein Hydrocephalus oder vaskuläre Komplikationen beobachtet. Während der Operation in halb Sitzender Position wenden wir normalerweise die transösophageale Echokardiographie (TEE) an. In der beschriebenen Reihe wandten wir jedoch die intraoperative Doppler-Sonographie an. In Bezug auf die chirurgische Entfernung des VS kleiner als 3 cm, beobachteten wir drei Fälle (<1 %) mit postoperativer, radiologisch relevanter Luftembolie bei der Thorax-Röntgenuntersuchung (bilaterale Hohlraum-Eintrübung oder „Korrekturflüssigkeit“ aufgrund erhöhter Gefäßpermeabilität ähnlich dem akuten

Atemnotsyndrom (ARDS)). Keiner dieser Patienten wies jedoch neurologische Defizite auf und war während des Eingriffs hämodynamisch instabil. Mittels CT-Scan (in den ersten 24 Stunden) wurde bei 37 % der Patienten Pneumocephalus beobachtet und bei 12 % der Fälle führte dies zu einer späteren Extubation (> 3 Std.).

### 4. Besprechung

Die Bestimmung der Gesamtprävalenz des VS in der Allgemeinbevölkerung kann aufgrund der irreführenden Art der Symptome eine Herausforderung darstellen. Das Verständnis der Prävalenz von Akustikusneurinomen und ihrer Wachstumsgeschwindigkeit sind jedoch wichtig, um die Ergebnisse vorherzusagen und die Behandlungsoptionen bestimmen zu können. Je größer der Tumor ist, desto komplizierter stellt sich die Tumorresektion dar und desto geringer ist die Chance, die Funktion des Gehörs und des Fazialisnervs zu erhalten. Folglich spielt die erwartete Wachstumsrate eine entscheidende Rolle, wenn es darum geht, zu bestimmen, ob eine fortlaufende Beobachtung oder ein chirurgischer Eingriff indiziert ist. Darüber hinaus lässt die Nähe des Akustikusneurinoms zum Hirnstamm die Befürchtung aufkommen, dass ein weiteres Wachstum zu einer Kompression des Hirnstamms führen könnte.

Das Wachstumsmuster von Akustikusneurinomen ist variabel und nicht vollständig bekannt. In einer von Nikolopoulos et al. veröffentlichten Studie zeigten 75 % der Tumore kein Wachstum, was die Strategie des Abwartens und erneuten Scannens bei vielen Patienten unterstützte, auch wenn es keine zuverlässigen Prädiktoren für das Verhalten des Tumors gibt, und einige Tumore sehr schnell wachsen. Primäre Längsschnittstudien sind notwendig, um den Verlauf von Krebserkrankungen besser zu bestimmen und so unnötige Eingriffe zu begrenzen [43].

Eine Auswertung veröffentlichter Studien mit mindestens 50 Patienten ergab, dass der Anteil an Tumoren, die während der Beobachtungsphase ein Wachstum zeigten, zwischen 30 % und 85 % lag und dass die Wachstumsrate 0,4 bis 2,4 mm/Jahr betrug [10-19]. Stangerup et al. veröffentlichten eine Studie mit 552 Patienten, die für einen durchschnittlichen Zeitraum von 3,6 Jahren beobachtet wurden, und fanden heraus, dass Tumore, die ein Wachstum zeigten, dieses in den ersten fünf Jahren nach der Diagnose aufwiesen. Interessanterweise fanden Sie zudem heraus, dass intrameatale und extrameatale Tumore einen statistisch signifikanten Unterschied in der Wachstumsrate zeigten, wobei bei 17 % der intrameatalen und 29 % der extrameatalen Tumore ein Wachstum innerhalb der ersten vier Jahre nach der Diagnose dokumentiert wurde [3]. Diese erstaunliche Erkenntnis weist darauf hin, dass das Wachstum von intrameatalen und intra-/extrameatalen Tumoren unterschiedlich ist. Des Weiteren stellte sich heraus, dass ein messbarer Anteil von kleinen VS, insbesondere rein intrameatale Tumore, während der Follow-up-Phase nicht wachsen. Infolgedessen wurden Patienten mit rein intrameatalen Tumoren ausgeschlossen, da diese Tumore vollkommen unterschiedliche Verläufe aufwiesen. Angesichts der gegenwärtigen Evidenz, spielen der Zeitpunkt der Diagnose und die Tumorlokalisation in Bezug auf den IAC eine wichtige Rolle bei der Entwicklung von VS [11-19]. Die Entwicklung von VS bei Patienten mit Neurofibromatose Typ 2 (NF 2) ist noch nicht vollständig erforscht. VS-Tumore zeigen bei diesen Patienten unvorhersehbare Wachstumsraten mit einem erhöhten Wachstum bei jüngeren Patienten [20-23]. Slattery et al. fanden heraus, dass die mittlere Wachstumsrate (Messung des größten Tumordurchmessers) bei Patienten mit NF2 1,3 mm/Jahr betrug [24]. Daher wurden Patienten mit NF aufgrund des großen Unterschieds hinsichtlich des Verlaufs dieser Tumore ebenfalls ausgeschlossen (Tabelle 4).

Trotz der Tatsache, dass bei langsam wachsenden Tumoren mit keinerlei neurologischen Auswirkungen häufig Zeichen des Wachstum klinisch und anhand fortlaufender radiographischer Studien beobachtet werden können, belegen unsere Ergebnisse (ebenso wie die einschlägige Literatur empfiehlt), dass die Ergebnisprognose in Bezug auf die Fazialisnerv- und die Hörfunktion umso positiver ist, je früher der Tumor nach der Diagnose behandelt wird. Ungeachtet unserer Erkenntnisse sind wir jedoch der Meinung, dass eine dauernde Kontrolle für viele Patienten mit einem Tumor kleiner Größe, insbesondere bei intrameatalen Tumoren und VS bei älteren Patienten, eine annehmbare Lösung ist [41-43].

#### 4.1 Erhalt des (siebten) Fazialisnervs

Bei der Mehrzahl der Patienten stellt der Erhalt der Funktion des siebten Nervs eine zentrale Sorge dar [33,34]. Die Prozentsätze in Bezug auf den Erhalt der funktionellen sowie der anatomischen Fazialisnerv-Funktion in unserer Studie mit Patienten mit Akustikusneurinomen sind aus Tabelle 8 zu entnehmen.

Diese Ergebnisse stimmen mit denen anderer erfahrener Akustikusneurinom-Chirurgen überein [31].

Es gibt verschiedene Mechanismen von Fazialisnerv-Verletzungen während eines Eingriffs zur Behandlung von Akustikusneurinomen: direkte Traumen, Dehnungen, Gefäßverletzungen und thermische Effekte [35]. Aktuelle Literatur beschreibt die Rolle von Gefäßspasmen bei postoperativen Fazialisparesen und stellte positive Ergebnisse bei der Verwendung von Nimodipin und Hydroxyethylstärke (HES) [6-8] fest. Zudem haben wir HES-Infusionen bei Patienten mit Fazialisparese in unserer Reihe unmittelbar nach dem Eingriff und für weitere zehn Tage verwendet; diese Behandlung schlug bei diesen Patienten sehr positiv an. Wir beobachteten eine Erholung der Fazialisnervparese von 4 % (H&B Grad-Veränderung nach zehn Tagen) nach der IV HES-Infusion. Tabelle 9 zeigt die Effekte der HES-Infusion bei unseren Patienten mit Fazialisparese nach dem chirurgischen Eingriff.

Kürzlich haben einige Untersuchungsreihen, die eine niedrigere Strahlendosis von 12 bis 13 Gy angewandt hatten, ausgezeichnete Ergebnisse in Bezug auf die Tumorkontrolle, den Erhalt der Fazialisnerv-Funktion und des Trigeminalnervs hervorgebracht. Hinsichtlich der Schwäche der Gesichtsmuskulatur und der Taubheit berichteten Beegle et al. von neu auftretender oder anfänglicher Schwäche der Gesichtsmuskulatur bei 4,6 % und von neu auftretender oder anfänglicher Taubheit bei 3,6 % der Patienten in einer Studie mit 390 Patienten. Eine Senkung der marginalen Strahlendosis reduzierte die Häufigkeit von Komplikationen in Bezug auf den Fazialisnerv in dieser Reihe [36]. Diese Ergebnisse sind mit unseren

Ergebnissen hinsichtlich des Erhalts der Fazialisnerv-Funktion unter Anwendung des Retrosigmoid-Ansatzes vergleichbar.

In unserer Reihe von Akustikusneurinomen (zwischen 1 und 3 cm) lag keine Inzidenz intraoperativer anatomischer oder physiologischer Transektion vor.

#### 4.2 Erhalt der Funktion des (achten Hirnnervs) Nervus cochlearis

Derzeit stehen zwei Methoden zur Kontrolle der Hörfunktion in der Akustikusneurinom-Chirurgie zur Verfügung: Hirnstamm-Audiometrie Messungen

(BERA) (Auditory brainstem response, ABR) und direkte Kontrolle des Nervus cochlearis. ABRs liefern ein Feedback während des Eingriffs hinsichtlich der Funktion des Nervus cochlearis, die Aufnahme erfolgt jedoch mit einer Verzögerung von 2 bis 3 Minuten. Auf der anderen Seite bietet die direkte Kontrolle des Nervus cochlearis detaillierteres Feedback und kann die Ergebnisse zum Erhalt der Hörfunktion verbessern [37]. Danner und seine Mitarbeiter fanden heraus, dass der Erhalt der Hörfunktion bei Tumoren von weniger als 1 cm Größe bei 41 % der Patienten unter Verwendung von ABRs und bei 71 % unter Verwendung der direkten Kontrolle des Nervus cochlearis liegt [38].

Strauss et al. wiesen in einer postoperativen Studie nach, dass die Verwendung von Nimodipin und HES über einen Zeitraum von durchschnittlich 9 Tagen nach dem chirurgischen Eingriff den Prozentsatz des Erhalts der Hörfunktion im Vergleich zur Kontrollgruppe erhöhte; diese Erkenntnis legt eine vasoaktive Rolle beim Hörverlust nahe [39].

Paek et al. berichteten von einem Erhalt des nutzbaren Gehörs bei 52 % der Patienten, die eine Dosis von 12 Gy bei einem mittleren Tumorzellen von 3 cm erhielten [3,8]. Iwai et al. berichteten von einem Erhalt der nutzbaren Hörfunktion bei 56 % der Patienten [40]. Diese Ergebnisse sind in positivem Sinne vergleichbar mit den Ergebnissen aus unserer Studienreihe mit Anwendung des Retrosigmoid-Ansatzes.

Wir führten nur die ABR-Kontrolle in unserer Studie durch und wandten die direkte Kontrolle des Nervus cochlearis nicht an. Zudem haben wir Nimodipin nicht routinemäßig angewandt. Die Ergebnisse hinsichtlich des Erhalts der Hörfunktion für beide Gruppen sind in den Tabellen 6-8 ersichtlich.

#### 4.3 OP-Position

Die haltsitzende Position wurde bei Eingriffen in der hinteren Schädelgrube im Allgemeinen weniger häufig angewandt, um venösen Luftembolien vorzubeugen. Allerdings gibt es keine statistisch relevante Evidenz, die eine Abkehr von dieser Position bei chirurgischen Eingriffen rechtfertigen würde. Feigl et al. zeigten in einer prospektiven Studie, dass Patienten mit einer persistierenden Foramen Ovale unter sorgfältiger anästhetischer und neurochirurgischer Zusammenarbeit sogar in halbsitzender Position mit einem nur sehr niedrigem Risiko für venöse Luftembolien operiert werden könnten [44].

## 5. Schlussfolgerung

Das Ziel der VS-Therapie sollte eine vollständige Entfernung des Tumors in einem Schritt und der Erhalt der neurologischen Funktionen sein, da dies der wichtigste Faktor hinsichtlich der Lebensqualität der Patienten ist. Dieses Ziel wurde sicher erreicht. Unter Anwendung des Retrosigmoid-Ansatzes in halbsitzender Position zur Exzision von Tumoren einer Größe von 1-<2 cm wurden sogar noch bessere Ergebnisse erzielt. Chirurgische Eingriffe bei Tumoren dieser Größen erreichten die vollständige Entfernung des Tumors bei signifikant verbessertem Erhalt der Fazialisnerv- und Hörfunktion im Vergleich zu Eingriffen bei Tumoren einer Größe von 2 bis 3 cm.

Aktuelle Literatur vermeldet ein Tumorwachstum zwischen 0,4 und 2,4 mm/Jahr; folglich kann jede Verzögerung der Tumorentfernung zu einer Veränderung der Tumorzellen führen. Aufgrund unserer Ergebnisse, die belegen, dass bereits eine geringfügige Zunahme der Tumorzellen postoperativ signifikant mit einer möglichen Verminderung des Erhalts der Fazialisnerv- und Hörfunktion einhergeht, sollte die Entfernung des Tumors im Frühstadium durchgeführt werden, insbesondere bei jungen Patienten mit einem VS einer Größe zwischen 1 und 2 cm. Außerdem stehen unsere Erkenntnisse der Empfehlung einer abwartenden Haltung zumindest bei intra-/extrameatalen Tumoren entgegen.

## Bestätigung

Die Autoren haben keinerlei persönliches finanzielles oder institutionelles Interesse an in diesem Artikel beschriebenen Medikamenten, Materialien oder Medizingeräten. Teile dieser Arbeit wurden in zusammenfassender Form bei der am 29. Juni 2011 in Los Angeles, Kalifornien, stattgefundenen 6. Internationalen Konferenz über Akustikusneurinome (AN2011), sowie auf dem 6. Internationalen Kongress des Weltverbands für Schädelbasis-Gesellschaften am 16. Mai 2012 in Brighton präsentiert.

## Literaturverzeichnis

- [1] National Institutes of Health Conference: Acoustic neuroma: Consensus state-ment Bethesda, MD, Public Health Service, U.S. Vol. 9, 1991.
- [2] Eldridge R, Pary D. Vestibular schwannoma consensus development conference. *Neurosurgery* 1992;30:962–4.
- [3] Pellet W. History of vestibular schwannoma surgery. *Prog Neurol Surg* 2008;21:6–23.
- [4] Greenberg MS. *Handbook of Neurosurgery*. 7th ed. New York: Thieme MedicalPublishers; 2010. p. 620.
- [5] Harner SG, Laws ER. Clinical findings in patients with acoustic neuroma. *MayoClinic Proc* 1983;58:721–8.
- [6] Samii M, Gerganov V, Samii A. Hearing preservation after complete microsurgical removal in vestibular schwannomas. *Prog Neurol Surg* 2008;21:136–41.
- [7] Andrews DW, Suarez O, Goldman HW, et al. Stereotactic radiosurgery and fractionated stereotactic radiotherapy for the treatment of acoustic schwannomas: comparative observations of 125 patients treated at one institution. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2001;50:1265–78.
- [8] Paek SH, Chung HT, Jeong SS, et al. Hearing preservation after gamma knifesterotactic radiosurgery of vestibular schwannoma. *Cancer* 2005;104:580–90.
- [9] Wai Y, Yamanaka K, Shiotani M, et al. Radiosurgery for acoustic neuromas: results of low-dose treatment. *Neurosurgery* 2003;53:282–8.
- [10] Tonn JC, Schlake HP, Goldbrunner R, Milewski C, Helms J, Roosen K. Acousticneuroma surgery as an interdisciplinary approach: a neurosurgical series of 508 patients. *Neurol Neurosurg Psych* 2000;69:161–6.
- [11] Nutik SL, Babb MJ. Determinants of tumor size and growth in vestibularschwannomas. *J Neurosurg* 2001;94:922–6.
- [12] Hoistad DL, Melnik G, Mamikoglu B, et al. Update on conservative management of acoustic neuroma. *Otol Neurotol* 2001;22:682–5.
- [13] Charabi S, Tos M, Thomsen J, et al. Vestibular schwannoma growth long-term results. *Acta Otolaryngol Suppl* 2000;543:7–10.
- [14] Mirz F, Pedersen CB, Fiirgaard B, et al. Incidence and growth pattern of vestibular schwannomas in a Danish county 1977–98. *Acta Otolaryngol Suppl* 2000;543:30–3.
- [15] Shin YJ, Frayssse B, Cognard C, et al. Effectiveness of conservative management of acoustic neuromas. *Am J Otol* 2000;21:857–62.
- [16] Walsh RM, Bath AP, Bance ML, et al. The role of conservative management of vestibular schwannomas. *Clin Otolaryngol Allied Sci* 2000;25:28–39.
- [17] Tschudi DC, Linder TE, Fisch U. Conservative management of unilateral acousticneuromas. *Am J Otol* 2000;21:722–8.
- [18] Fucci MJ, Buchman CA, Brackmann DE, et al. Acoustic tumor growth: implication for treatment choices. *Am J Otol* 1999;20:495–9.
- [19] Stangerup SE, Caye-Thomasen P, Tos M, et al. The natural history of vestibularschwannoma. *Otol Neurotol* 2006;27:547–52.
- [20] Bance M, Ramsden RT. Management of neurofibromatosis type 2. *Ear NoseThroat J* 1999;78:91–6.
- [21] Evans DG, Moran A, King A, et al. Incidence of vestibular schwannoma and neurofibromatosis 2 in the North West of England over a 10-year period: higher incidence than previously thought. *Otol Neurotol* 2005;26:93–7.
- [22] Baser ME, Makariou EV, Parry DM. Predictors of vestibular schwannoma growth in patients with neurofibromatosis type 2. *J Neurosurg* 2002;96:217–22.
- [23] Mautner VF, Baser ME, Thakkar SD, et al. Vestibular schwannoma growth in patients with neurofibromatosis type 2: a longitudinal study. *J Neurosurg* 2002;96:223–8.
- [24] Slattery 3rd WH, Fisher LM, Iqbal Z, et al. Vestibular schwannoma growth rates in neurofibromatosis type 2 natural history consortium subjects. *Otol Neurotol* 2004;25:811–7.
- [25] Ojeman RG, Martuza RL. Acoustic neuroma. In: Youman JR, editor. *Neurological Surgery*. Philadelphia: Saunders; 1990. p. 3316–50.
- [26] Arlt F, Trantakis C, Krupp W, Renner C, Winkler D, Strauss G, et al. Cerebrospinal fluid leak after microsurgical surgery in vestibular schwannomas via retrosigmoidal craniotomy. *Neurol Res* 2011;33(9):947–52.
- [27] Ojeman RG, Martuza RL. Suboccipital transmeatal approach to vestibularschwannoma. In: Schmidek HH, Roberts DW, editors. *Schmidek and Sweet Operative Neurosurgical Techniques: Indications, Methods and Results*. 5th ed. Philadelphia: Saunders; 2006. p. 920–31.
- [28] Tatagiba M, Samii M, Matthies C, et al. The significance for postoperative hearing of preserving the labyrinth in acoustic neurinoma surgery. *J Neurosurg* 1992;77:677–84.
- [29] Samii M, Matthies C. Management of 1000 vestibular schwannomas (acoustic neuromas): hearing function in 1000 tumor resections. *Neurosurgery* 1997;40:248–62.
- [30] Samii M, Matthies C. Management of 1000 vestibular schwannomas (acousticneuromas): surgical management and results with an emphasis on complications and how to avoid them. *Neurosurgery* 1997;40:11–23.
- [31] Samii M, Matthies C. Management of 1000 vestibular schwannomas (acousticneuromas): the facial nerve-preservation and restitution of function. *Neuro-surgery* 1997;40:684–95.
- [32] Sepehrnia A, Knopp U. Osteoplastic lateral suboccipital approach for acousticneuroma surgery. *Neurosurgery* 2001;48(1):229–31.
- [33] Leonetti JP, Brackmann DE, Prass RL. Improved preservation of facial nerve function in the infratemporal approach to the skull base. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1989;101:74–8.
- [34] Lye RH, Dutton J, Ramsden RT, et al. Facial nerve preservation during surgery for removal of acoustic nerve tumors. *J Neurosurg* 1982;57:739–46.
- [35] Sampath P, Holliday MJ, Brem H, et al. Facial nerve injury in acoustic neuroma (vestibular schwannoma) surgery: etiology and prevention. *J Neurosurg* 1997;87:60–6.
- [36] Beegle RD, Friedman WA, Bova FJ. Effect of treatment plan quality on outcomes after radiosurgery for vestibular schwannoma. *J Neurosurg* 2007;107:913–6.
- [37] Roberson J, Senne A, Brackmann D, et al. Direct cochlear nerve action potentials as an aid to hearing preservation in middle fossa acoustic neuroma resection. *Am J Otol* 1996;17:653–7.
- [38] Danner C, Mastrodimos B, Cueva RA. A comparison of direct eighth nerve monitoring and auditory brainstem response in hearing preservation surgery for vestibular schwannoma. *Otol Neurotol* 2004;25:826–32.
- [39] Strauss C, Bischoff B, Neu M, et al. Vasoactive treatment for hearing preservation in acoustic neuroma surgery. *J Neurosurg* 2001;95:771–7.
- [40] Iwai Y, Yamanaka K, Shiotani M, et al. Radiosurgery for acoustic neuromas: results of low-dose treatment. *Neurosurgery* 2003;53:282–7.
- [41] Smouha EE, Yoo M, Mohr K, Davis RP. Conservative management of acousticneuroma: a meta-analysis and proposed treatment algorithm. *Laryngoscope* 2005;115:450–4.
- [42] Kondziolka D, Mousavi SH, Kano H, Flickinger JC, Lunsford LD. The newly diagnosed vestibular schwannoma: radiosurgery, resection, or observation? *Neurosurg Focus* 2012;33(3):E8.
- [43] Nikolopoulos TP, Fortnum H, O'Donoghue G, Baguley D. Acoustic neuromagrowth: a systematic review of the evidence. *Otol Neurotol* 2010;31(3):478–85.
- [44] Feigl GC, Decker K, Wurms M, Kricshek B, Ritz R, Unertl K, et al. Neurosurgical procedures in the semisitting position: evaluation of the risk of paradoxical venous air embolism in patients with a patent foramen ovale 2013, <http://dx.doi.org/10.1016/j.wneu.2013.01.003>.