



Vestibularisschwannom-Resektionen –  
die Lernkurve eines jungen Neurochirurgen

Viktoria Hewing

Vollständiger Abdruck der von der TUM School of Medicine and Health der Technischen Universität München zur Erlangung einer Doktorin der Medizin (Dr. med.) genehmigten Dissertation.

Vorsitz: Prof. Dr. Lars Mägdefessel  
Prüfer der Dissertation: 1. apl. Pof. Dr. Jens Lehmberg  
2. apl. Prof. Dr. Clemens Heiser

Die Dissertation wurde am 20.10.2022 bei der Technischen Universität München eingereicht und durch die Fakultät für Medizin am 18.07.2023 angenommen.



# Abstract

---

**Background:** Microsurgical resection of vestibular schwannomas is challenging and remains reserved for the most experienced neurosurgeons. This research aims to demonstrate an operative learning curve by analyzing postoperative complications and general health-related quality of life.

**Methods:** 112 vestibular schwannoma procedures in 112 patients were retrospectively evaluated from the hospital documentation. With a last follow-up check, postoperative quality of life was assessed by telephone interviews using the EuroQol-questionnaire. The cohort has been divided into two groups of the first and last 56 cases to enable the identification of the surgeon's potential learning curve.

**Results:** Surgical procedures took place from October 2006 to June 2015. The mean age at the time of resection was 55 years. According to the Hannover classification, T3- (33,1 %) and T4- (40,2 %) tumors were significantly more common than those with lower classification. Here, T3-tumors were more frequent in the first and T4-tumors in the last 56 cases. The extent of resection was equally distributed in both groups. 53,8% of postoperative facial lesions occurred within the first 40 cases. Preservation of auditory function was reached in 62,5 %, without significant difference between the two groups. The rate of all complications improved in group 2. General health-related quality of life was similar in both groups. Lower quality of life was identified with patients with older age, dizziness, and facial nerve lesions.

**Conclusion:** The postoperative affections of the VIIth cranial nerve decrease with increasing surgeon experience and thus imply a learning curve. In contrast, hearing ability tends to worsen as tumor size increases after vestibular schwannoma resection. Lower general health-related quality of life is experienced by patients with postoperative facial nerve palsy. Based on this, quality of life correlates positively with the surgeon's learning curve.

# Zusammenfassung

---

**Hintergrund:** Die mikrochirurgische Resektion von Vestibularisschwannomen ist anspruchsvoll und bleibt den erfahrensten Neurochirurgen vorbehalten. Anhand der postoperativen Komplikationen und der allgemeinen gesundheitsbezogenen Lebensqualität soll in dieser Forschungsarbeit gezeigt werden, dass wiederholte Eingriffe einer Lernkurve folgen.

**Methoden:** 112 Vestibularisschwannom-Eingriffe von 112 Patienten wurden retrospektiv aus der klinikinternen Dokumentation ausgewertet. Die postoperative Lebensqualität wurde mit dem EuroQol-Fragebogen als letzte Nachuntersuchung durch Telefoninterviews erhoben. Zur Darstellung der Lernkurve ist die Kohorte in zwei Gruppen der ersten und letzten 56 Fälle geteilt worden.

**Ergebnisse:** Die operativen Eingriffe fanden von Oktober 2006 bis Juni 2015 statt. Das Durchschnittsalter zum Zeitpunkt der Resektion betrug 55 Jahre. Nach der Hannover Klassifikation waren mit 33,1 % und 40,2 % T3- und T4-Tumoren deutlich häufiger vertreten als die niedriger klassifizierten. Dabei waren T3-Tumoren in den ersten und T4-Tumoren in den letzten 56 Fällen häufiger vertreten. Das Resektionsausmaß war in beiden Gruppen gleich verteilt. Innerhalb der ersten 40 Fälle traten 53,8 % der postoperativen Fazialisläsionen auf. Der Erhalt der auditiven Funktion lag bei 62,5 %, ohne signifikanten Unterschied zwischen den beiden Gruppen. Die Rate aller Komplikationen verbesserte sich in der Gruppe 2. Die allgemeine gesundheitsbezogene Lebensqualität fiel in beiden Gruppen ähnlich aus. Eine geringere Lebensqualität wiesen Patienten mit höherem Alter, Schwindel und Läsionen des N. facialis auf.

**Schlussfolgerung:** Die postoperativen Affektionen des VII. Hirnnerven nehmen mit zunehmender Erfahrung des Chirurgen ab und folgen somit einer Lernkurve. Das Hörvermögen nach Vestibularisschwannom-Resektion wird hingegen tendenziell schlechter, wenn die Tumorgröße zunimmt. Eine geringere allgemeine gesundheitsbezogene Lebensqualität haben Patienten mit postoperativer Fazialisparese. Darauf basierend folgt die Lebensqualität indirekt einer Lernkurve.

# 1 Inhaltsverzeichnis

---

<b>ABSTRACT</b> .....	<b>I</b>
<b>ZUSAMMENFASSUNG</b> .....	<b>II</b>
<b>1 INHALTSVERZEICHNIS</b> .....	<b>III</b>
<b>2 ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS</b> .....	<b>V</b>
<b>3 EINLEITUNG</b> .....	<b>1</b>
3.1 VESTIBULARISSCHWANNOME.....	1
3.1.1 <i>Epidemiologie</i> .....	2
3.1.2 <i>Klinik und Diagnostik</i> .....	2
3.1.3 <i>Therapie</i> .....	3
3.2 GESUNDHEITSBEZOGENE LEBENSQUALITÄT .....	3
3.3 ZIELSETZUNG .....	4
<b>4 METHODIK</b> .....	<b>6</b>
4.1 STUDIENDESIGN .....	6
4.2 KLINISCHE DATEN .....	6
4.3 EUROQOL-FRAGEBOGEN .....	7
4.4 STATISTISCHE AUSWERTUNG .....	8
<b>5 ERGEBNISSE</b> .....	<b>9</b>
5.1 EIGENSCHAFTEN DES PATIENTENKOLLEKTIVS .....	9
5.2 KOMPLIKATIONEN.....	12
5.2.1 <i>Läsionen des N. facialis</i> .....	12
5.2.2 <i>Läsionen des N. cochlearis</i> .....	13
5.2.3 <i>Weitere Komplikationen</i> .....	14
5.3 GESUNDHEITSBEZOGENE LEBENSQUALITÄT .....	15
5.3.1 <i>Gruppenunterschiede der Dimensionen des EuroQoL-Fragbogens</i> .....	15
5.3.2 <i>Einfluss von Geschlecht, Alter, Tumorklassifikation und Resektionsausmaß</i> .....	20
5.3.3 <i>Symptome mit Einfluss auf die Lebensqualität</i> .....	21
5.3.4 <i>Komplikationen mit Einfluss auf die Lebensqualität</i> .....	22

<b>6 DISKUSSION</b> .....	<b>24</b>
6.1 LERNKURVE .....	24
6.2 OPERATIVES SETTING .....	26
6.3 GESUNDHEITSBEZOGENE LEBENSQUALITÄT .....	28
6.4 SCHLUSSFOLGERUNG UND AUSBLICK .....	31
6.5 LIMITATIONEN .....	32
<b>7 ZUSAMMENFASSUNG</b> .....	<b>34</b>
<b>8 LITERATURVERZEICHNIS</b> .....	<b>VI</b>
<b>9 TABELLENVERZEICHNIS</b> .....	<b>XIII</b>
<b>10 ABBILDUNGSVERZEICHNIS</b> .....	<b>XIV</b>
<b>11 ANHANG</b> .....	<b>XV</b>
11.1 EUROQOL-FRAGEBOGEN .....	XV
<b>DANKSAGUNG</b> .....	<b>XVI</b>

## 2 Abkürzungsverzeichnis

---

<b>Abkürzung</b>	<b>Bedeutung</b>
ANCOVA	analysis of covariance, Kovarianzanalyse
et al.	et alii, und andere
HB	House und Brackmann
HRQoL	Health Related Quality of Life, gesundheitsbezogene Lebensqualität
IONM	intraoperatives Neuromonitoring
KHBW	Kleinhirnbrückenwinkel
MCID	Minimal Clinically Important Difference, minimaler klinisch wichtiger Unterschied
MRT	Magnetresonanztomographie/ Magnetresonanztomogramm
n	Anzahl
N.	Nervus
NF 2	Neurofibromatose Typ 2
OP/ OPs	Operation/ Operationen
p	p-Wert, prädiktiver Wert
PANQOL	Penn Acoustic Neuroma Quality-of-Life
postop.	postoperativ
QoL	Quality of Life, Lebensqualität
SF-36	36-Item Short Form Health Survey
VS	Vestibularisschwannom
WHO	World Health Organization

## 3 Einleitung

---

Vestibularisschwannome (VS) sind verdrängend wachsende Hirntumoren und lösen bei den Betroffenen zunächst einseitigen Hörverlust, Tinnitus und Schwindel aus (Broomfield und O'Donoghue, 2016). Dadurch wird die Lebensqualität beeinträchtigt (Carlson et al., 2015a). Eine Therapieoption ist die mikrochirurgische Resektion. Die Entfernung ist technisch anspruchsvoll. Auch für Neurochirurgen<sup>1</sup> mit viel operativer Erfahrung stellt sie eine Herausforderung dar (Oh et al., 2012).

Ziele heutiger operativer Verfahren sind eine gute onkologische Kontrolle durch die komplette Tumorsektion, eine zufriedenstellende postoperative Lebensqualität und geringe Morbidität, sowie der Erhalt der neurologischen Integrität durch das Schonen der umgebenden Strukturen (Starnoni et al., 2020, Roser and Tatagiba, 2010). Von Bedeutung sind hierbei vor allem das Hörvermögen sowie die Funktion des Nervus (N.) facialis (Tatagiba et al., 2014, Youssef et al., 2013, Wang et al., 2013).

Mit der Einführung moderner mikrochirurgischer Operationstechniken und intraoperativen Neuromonitoring (IONM) ab Mitte des 20. Jahrhunderts konnte die Mortalität gesenkt und die funktionellen Ergebnisse der beteiligten Hirnnerven verbessert werden (Starnoni et al., 2020, Dowling et al., 2019). Die vorliegende Dissertation soll sich mit der Fragestellung befassen, ob die Resultate auch von der chirurgischen Erfahrung abhängen.

Zur Einführung in die Thematik wird eine Übersicht des zugrundeliegenden Krankheitsbildes gegeben und anschließend die Zielsetzung der Arbeit erläutert.

### 3.1 Vestibularisschwannome

Vestibularisschwannome sind benigne, langsam wachsende Tumoren. Ausgehend von den Schwannzellen des vestibulären Anteils des N. vestibulocochlearis stellen sie mit 85 – 90% die häufigste Tumorentität im Kleinhirnbrückenwinkel (KHBW) dar und werden unter die World Health Organization (WHO) Grad I Tumoren gezählt (Chweya et al., 2021, Ebner und Tatagiba, 2019, Carlson et al., 2015a). Die Einteilung der Tumorgröße erfolgt gemäß der Hannover Klassifikation nach der Ausdehnung im KHBW von T1 bis T4 (Samii und Matthies, 1997a).

---

<sup>1</sup> Aus Gründen der Verständlichkeit wird in dieser Dissertation das generische Maskulinum verwendet. Alle Geschlechteridentitäten werden hiermit ohne Wertung angesprochen.

Auch ist weiterhin im medizinischen Sprachgebrauch die Bezeichnung Akustikusneurinom gebräuchlich.

### **3.1.1 Epidemiologie**

Die Inzidenz der VS liegt bei 1,1 – 3,3 pro 100.000 Personen/Jahr und hat seit den 1980er Jahren weltweit deutlich zugenommen. Ein Grund hierfür ist die vermehrt durchgeführte und qualitativ bessere kraniale Bildgebung mittels Magnetresonanztomographie (MRT). Ein anderer ist die vermehrte Arztkonsultation durch ein erhöhtes Symptombewusstsein in der Bevölkerung (Kleijwegt et al., 2016, Babu et al., 2013, Stangerup et al., 2010, Gal et al., 2010). Der Inzidenzanstieg wird begleitet durch einen Rückgang der Tumorgröße und einer Zunahme des Alters bei Diagnosestellung in die sechste Lebensdekade. Eine Strahlenexposition im Kopf- und Halsbereich zählt als einzig bestätigter Risikofaktor. Das Geschlecht und die Seite der Tumorlokalisierung sind in epidemiologischen Studien gleichverteilt. Das VS tritt einseitig auf. Im Falle eines bilateralen Befundes liegt eine Neurofibromatose Typ 2 (NF 2) vor (Reznitsky et al., 2019, Marinelli et al., 2018, Hassepass et al., 2012).

### **3.1.2 Klinik und Diagnostik**

Leitsymptom ist die einseitige Hörminderung. Zu den frühen Beschwerden zählen darüber hinaus Tinnitus und Schwindel, welcher im Laufe der Zeit allerdings häufig zentral kompensiert wird. Später können Fazialisparese, Hypästhesie im ipsilateralen Trigeminierversorgungsgebiet, Gangunsicherheit und Dysphagie auftreten. Bei weit fortgeschrittenem Tumorwachstum kann es zu Hirndruckzeichen durch die Kompression des Hirnstamms kommen (Ebner und Tatagiba, 2019, Kaschke, 2017).

Die MRT gilt als der Goldstandard zur Diagnosesicherung. Zusätzlich existieren eine Reihe von audiovestibulären Tests. Aus Ihnen kann eine Prognose hinsichtlich des postoperativen Hörvermögens abgeleitet werden (Saliba et al., 2019, Kirschbaum und Gürkov, 2016). Jede Diagnostik inkludiert eine Reinton- und Sprachaudiometrie, sowie die Einschätzung der Fazialisfunktion, die mit Hilfe der Skala nach House und Brackmann (HB) durchgeführt wird (Kaschke, 2017, Reitzen et al., 2009).

### **3.1.3 Therapie**

Derzeit stehen neben der lang vorherrschenden chirurgischen Therapie auch fraktionierte stereotaktische Strahlentherapie oder stereotaktische Radiochirurgie zur Verfügung. Zusätzlich findet die Vorgehensweise des „watchful waiting“, also die Beobachtung, Anwendung. Bei letzterem wird vor allem bei Tumoren die kleiner als 10 mm sind, in definierten, regelmäßigen Abständen eine Bildgebung mittels MRT durchgeführt, um einen möglichen Tumorprogress zu erfassen. Auf Grundlage der aktuellen Studien sind die therapeutischen Optionen bei kleinen Tumoren als gleichwertig einzustufen. Die Entscheidung für ein Verfahren wird individuell bestimmt durch die Charakteristika des Tumors, Patientenalter, Symptome, Gesundheitszustand und dem Wunsch des Patienten als auch die Erfahrungen des Therapiezentrums mit den einzelnen Behandlungsoptionen. So findet die mikrochirurgische Operation (OP) zum Beispiel Anwendung bei jüngeren Betroffenen mit großen Tumoren und ausgeprägter Symptomatik. Unumgänglich ist die Resektion bei Kompression des umliegenden Gewebes durch den Tumor. Auch ist die Operation die einzige Therapie durch die Heilung erlangt werden kann (Chweya et al., 2021, Ebner und Tatagiba, 2019, Rosahl et al., 2017, Carlson et al., 2015a).

Die Wahrung der Lebensqualität (QoL), der Erhalt der neurologischen Funktionen und die optimale onkologische Kontrolle gelten als die vorrangigen Ziele einer Therapie (Starnoni et al., 2020, Baumann und Plinkert, 2017).

Bei der mikrochirurgischen Resektion gibt es drei mögliche operative Zugänge. Der retrosigmoidale/subokzipitale und der transtemporale/“Middle Fossa Approach“ ermöglichen den Erhalt der auditiven Funktion. Somit stellt der dritte Zugang, der translabyrinthäre Weg, nur eine Option dar, wenn präoperativ keine Hörfunktion vorhanden ist (Kaschke, 2017).

Die Minderung oder der Verlust des Hörvermögens, Fazialisparese, Hirnstamm- und Kleinhirnverletzungen, Liquorfistel, Hydrozephalus, Meningitis und vaskuläre Komplikationen sind neben allgemeinen Risiken in Verbindung mit Chirurgie und Anästhesie Komplikationen der OP (Nonaka et al., 2013, Wagner, 2011).

## **3.2 Gesundheitsbezogene Lebensqualität**

Klassischerweise befassen sich wissenschaftliche medizinische Arbeiten mit Zielen aus dem Bereich der Pathophysiologie. Die daraus folgenden Ergebnisse werden aus klinischer Sicht als Maßstab für den Erfolg einer Behandlung genommen. Seit den letzten 30 Jahren rückt die

Sichtweise der Betroffenen zunehmend in den Vordergrund, da das Wohlbefinden zusätzlich zu den funktionalen Faktoren auch durch weniger fassbare beeinflusst wird. Fragebögen zur gesundheitsbezogenen Lebensqualität (HRQoL, health related quality of life) objektivieren diese scheinbar weniger fassbaren Faktoren. Dabei werden zwei Arten von Fragebögen unterschieden. Zum einen existieren Fragebögen zur allgemeinen HRQoL, wie beispielsweise der 36-Item Short Form Health Survey (SF-36), welcher in Forschungsarbeiten zur Lebensqualität von VS-Patienten vielfach verwendet wird, oder der in dieser Arbeit angewandte EuroQol-Fragebogen EQ-5D-3L. Die zweite Art von Fragebögen stellen krankheitsspezifische dar, wie es die Penn Acoustic Neuroma Quality-of-Life (PANQOL)-Skala für Patienten mit VS ist.

Bei Betroffenen mit VS gewinnt die Lebensqualität ebenfalls an Bedeutung. Auch weil sich daraus ein zusätzliches Kriterium beim Abwägen der Behandlungsalternativen ergibt (Pruijn et al., 2021, Carlson et al., 2019, Baumann und Plinkert, 2017, Carlson et al., 2015a).

An dieser Stelle gilt es hervorzuheben, dass es vielfältige Definitionen der gesundheitsbezogenen Lebensqualität, jedoch keine allgemein gültige Version gibt. Eine potentielle beschreibt die körperliche Funktionsfähigkeit im Sinne eines problemlosen Durchführens von definierten Aktivitäten zusammen mit dem subjektiven Wohlbefinden, wie sie auch im EuroQol-Fragebogen erfasst wird (Karimi und Brazier, 2016).

Bei Patienten mit VS liegt das Ziel der Therapie nicht in erster Linie auf der Verbesserung der HRQoL, da dies bei oft schon prätherapeutisch vorhandenen Symptomen schwer möglich ist. Vielmehr muss das Augenmerk auf den Erhalt des Wohlbefindens posttherapeutisch gelegt werden (Baumann und Plinkert, 2017).

### **3.3 Zielsetzung**

Die chirurgischen Interventionen der Schädelbasis bleiben aufgrund der komplexen Anatomie und der funktionalen Bedeutung der umgebenden Strukturen Chirurgen mit viel operativer Erfahrung und Expertise vorbehalten. Dies mag vor allem für junge Neurochirurgen entmutigend erscheinen, da die Eingriffe komplex sind und somit viel operative Lehre voraussetzen, um die Komplikationen zu minimieren und die Therapieziele zu erreichen.

Ob diese Eingriffe erlernbar sind, soll hier gezeigt werden und damit auch ermutigend auf Nachwuchs-Neurochirurgen wirken. In diesem Sinne wird die Lernkurve mikrochirurgischer VS-Resektionen eines Neurochirurgen dargestellt und quantifiziert. Dazu werden die

Komplikationen und die postoperative allgemeine gesundheitsbezogene Lebensqualität der Betroffenen ausgewertet. Zusätzlich sollen beeinflussende Variablen auf die QoL identifiziert werden.

## 4 Methodik

---

Im folgenden Abschnitt wird das Forschungsdesign beschrieben, sowie die Auswertung der erhobenen Daten erläutert.

### 4.1 Studiendesign

Es handelt sich um eine retrospektive Studie. Die erhobenen Daten stammen aus der klinikinternen Dokumentation. Die postoperative Lebensqualität wurde mit dem EuroQol-Fragebogen als letzte Nachuntersuchung erhoben.

Alle VS-Operationen eines Neurochirurgen zwischen Oktober 2006 und Juni 2015 wurden ausgewertet. Dafür wurde auf die Liste der VS-Resektionen im Krankenhausinformationssystem des entsprechenden Operateurs im genannten Zeitraum zurückgegriffen. Die elektiven OPs fanden alle in der Klinik und Poliklinik für Neurochirurgie des Klinikums rechts der Isar statt. Zum Zeitpunkt der Operation waren die Patienten älter als 18 Jahre.

Eine Finanzierung der Studie war nicht gegeben.

Bei der Beteiligung von Menschen an dieser Forschung wurden die ethischen nationalen Standards, sowie die Deklaration von Helsinki eingehalten. Die institutionelle Ethikkommission stimmte allen Studienprotokollen zu (Projektnummer: 551/12). Die hier vorliegende Studie erforderte keine formelle Zustimmung.

### 4.2 Klinische Daten

Erhoben wurden die Daten von 112 Patienten, darunter Geschlecht, Alter am Tag der OP in Jahren, Dauer der Operation in Minuten, Tumorgröße nach der Hannover Klassifikation von T1 bis T4 und -volumen in cm<sup>3</sup>, präoperative Behandlungen des Tumors mittels Operation oder Strahlentherapie, vorherrschende präoperative Symptome (Tinnitus, Gleichgewichtsstörungen, Schwindel, Gangunsicherheit und Weitere), prä- und postoperatives Hörvermögen der betroffenen Seite mittels Tonaudiometrie und anschließender Einteilung in Normakusis, Hypakusis, useful hearing, non-useful hearing, Hypakusis im Hochton- oder Tieftonbereich angelehnt an die Nordstadt Klassifikation (Samii und Matthies, 1997a), prä- und postoperative

Funktion des N. facialis nach der Skala von HB, Resektionsausmaß (vollständige Resektion oder Teilresektion), Komplikationen (Liquorleck, Meningitis, Hydrocephalus, Verlust des Gehörs, Fazialisparese, Tod und Andere) und Residuen, welche den präoperativen Symptomen entsprechen.

Durch eine Unterteilung in zwei Untergruppen (anschließend Gruppe 1 und Gruppe 2) wurde ein Vergleich der Ergebnisse zwischen den ersten und letzten 56 Fällen ermöglicht, um einen Lerneffekt nachweisen zu können. In Gruppe 1 versammeln sich die Fälle von Oktober 2006 bis Januar 2011 und in Gruppe 2 die Fälle von Februar 2011 bis Juni 2015.

Für alle VS-Resektionen wurde ein retrosigmoidaler Zugang gewählt. Die Patienten befanden sich für die OP in Rückenlage, der Kopf wurde um 90 Grad zur kontralateralen Seite gedreht und die ipsilaterale Schulter wurde gepolstert.

IONM ermöglichte die ständige Überwachung der benachbarten neuronalen Strukturen. Dabei kamen akustisch evozierte Potenziale und die Elektromyographie des Gesichts zum Einsatz. Die vollständige Resektion des VS stellte dabei immer das Ziel dar.

Prä- und postoperativ wurde das Hörvermögen mittels Reintonaudiometrie und die Funktion des siebten Hirnnervens mittels HB eingeschätzt.

Die präoperative Tumorklassifikation sowie das -volumen wurden durch MRT-Bilder, die vor der Operation angefertigt wurden, bestimmt und berechnet. Postoperativ wurde während des stationären Aufenthalts dieselbe Bildgebung angewandt, um einen möglichen Tumorrest zu detektieren. Im Falle von Resttumorgewebe oder einem histologischen Ergebnis höher als WHO Grad I des Hirntumors war die Indikation für eine postoperative Strahlentherapie gegeben.

### **4.3 EuroQol-Fragebogen**

Der standardisierte EuroQol-Fragebogen EQ-5D-3L erfasst die allgemeine gesundheitsbezogene Lebensqualität, indem folgende fünf Dimensionen bewertet werden: Mobilität, Selbstpflege, Alltagsaktivitäten, Schmerz, Angst/Niedergeschlagenheit. Es wird innerhalb der fünf Dimensionen je eine One-choice-Frage mit den drei Antwortmöglichkeiten oder Levels „keine“, „einige“ und „extreme Probleme“ gestellt. Eine sechste Frage zum aktuellen Gesundheitszustand wird durch Selbsteinschätzung mittels Skalenniveau von 0 – 100 erfasst. Dabei stellt 0 die schlechtmöglichste und 100 die bestmöglichste Verfassung dar. Eine höhere Punktzahl wird dabei mit einer besseren HRQoL assoziiert (Szende et al., 2014).

Die Befragung wurde postoperativ mittels Telefoninterviews im Frühjahr 2016 durchgeführt.

## 4.4 Statistische Auswertung

Die erhobenen Daten wurden mittels Microsoft Word und Excel 2018 verarbeitet. Zur statistischen Auswertung wurde SPSS Statistics 28.0 herangezogen (IBM, 2021). Die statistische Auswertung der klinischen Daten basierte auf verschiedenen Testverfahren. Zur Analyse statistischer Signifikanz von kategorialen Daten wurde der Chi-Quadrat-Test sowie der t-Test für numerische Vergleichsanalysen herangezogen. Zur Feststellung einer signifikanten Korrelation zwischen sekundären Variablen und den Ergebnisparametern fand eine Kovarianzanalyse Anwendung.

Für die Daten der HRQoL wurde zur Untersuchung zwischen den Gruppen bezüglich des aktuellen Gesundheitszustandes der Mann-Whitney-Test verwendet, da nach signifikantem Kolmogorov-Test sowie Shapiro-Test nicht von einer Normalverteilung der Daten ausgegangen werden konnte (Razali und Wah., 2011). Bei den Dimensionen fand der Chi-Quadrat-Test Anwendung, um signifikante Gruppenunterschiede der Variablen zu testen. Potentielle Zusammenhänge zwischen der Lebensqualität und dem Geschlecht, der Residuen (Gleichgewichtsstörungen, Schwindel, Gangunsicherheit), der postoperativen Hör- und Fazialisfunktion und der Komplikationen (Liquorleck, Meningitis, Hydrozephalus, Verlust des Gehörs und Fazialisparese) wurden mittels des Mann-Whitney-Testverfahrens geprüft. Um eventuelle Zusammenhänge zwischen dem Alter und der Tumorklassifikation mit den Dimensionen des EuroQol-Fragebogens zu erfassen, wurden zusätzlich Spearmankorrelationen angewandt.

Zur multivariaten Untersuchung der Lebensqualität wurde eine ANCOVA (analysis of covariance, Kovarianzanalyse) berechnet. Als erklärende Variablen dienten die zuvor mindestens schwach signifikanten Parameter zur abhängigen Variable des aktuellen Gesundheitszustandes.

Für alle eingesetzten Tests gilt der p-Wert von 0,05 als Signifikanzniveau. Als hochsignifikant werden Ergebnisse  $p < 0,01$ , als signifikante Ergebnisse  $p$  zwischen 0,01 und 0,05 und als schwach signifikant Ergebnisse  $p$  zwischen 0,05 und 0,1 angesehen (Eckey und Türck, 2006).

## 5 Ergebnisse

---

### 5.1 Eigenschaften des Patientenkollektivs

Die Analyse basiert auf der Auswertung der Daten von 112 Patienten mit 112 VS. Keiner der eingeschlossenen Fälle zeigte eine bilaterale Läsion im Sinne einer NF 2. Das durchschnittliche Alter betrug 55 Jahre (Spannweite 18 – 85 Jahre). 69 Teilnehmende (61,6 %) wiesen sich dem weiblichen und 43 (38,4 %) dem männlichen Geschlecht zu und waren in beiden Gruppen ähnlich verteilt (Gruppe 1: 66,1 % weiblich und 33,9 % männlich, Gruppe 2: 57,1 % weiblich und 42,9 % männlich). Der Tumor befand sich zu 50 % (n = 56) auf der linken und 50 % (n = 56) auf der rechten Seite. Alle VS wurden mikrochirurgisch behandelt. Allerdings gilt es zu ergänzen, dass die Operation bei 12,5 % (14 Patienten) die zweite Behandlungsmethode nach vorausgegangener Bestrahlung oder OP darstellte. Vier Patienten (3,6 %) waren bereits voroperiert, acht (7,1 %) wurden mittels Radiotherapie vorbehandelt und in zwei Fällen fanden beide Therapieoptionen im Vorfeld Anwendung. Die letzte Nachsorgeuntersuchung fand im Mittel 29,6 Monaten nach der Behandlung, mit einer Spannweite von 25,7 – 100 Monaten, statt. Dabei konnten drei (2,8 %) Patienten nicht berücksichtigt werden, da zwei nicht einwilligten und einer verstarb, wobei Folgen der Operation als Ursache ausgeschlossen werden konnten. Nach der Hannover Klassifikation wurden die meisten Tumoren als T4, inklusive T4a und T4b, eingestuft (n = 45; 40,2 %), während in fünf Fällen keine präoperative Zuordnung stattgefunden hat. Abbildung 1 verdeutlicht die Verteilung der Tumorausdehnung nach der Hannover Klassifikation, wobei die Größe des VS mit höherem T-Status zunimmt. Erkennbar ist, dass vor allem höher klassifizierte Tumoren ab T3 operativ behandelt wurden. Das durchschnittliche Tumolvolumen betrug  $5,69 \text{ cm}^3$  (im Intervall von  $0,043 \text{ cm}^3$  bis  $33,98 \text{ cm}^3$ ).

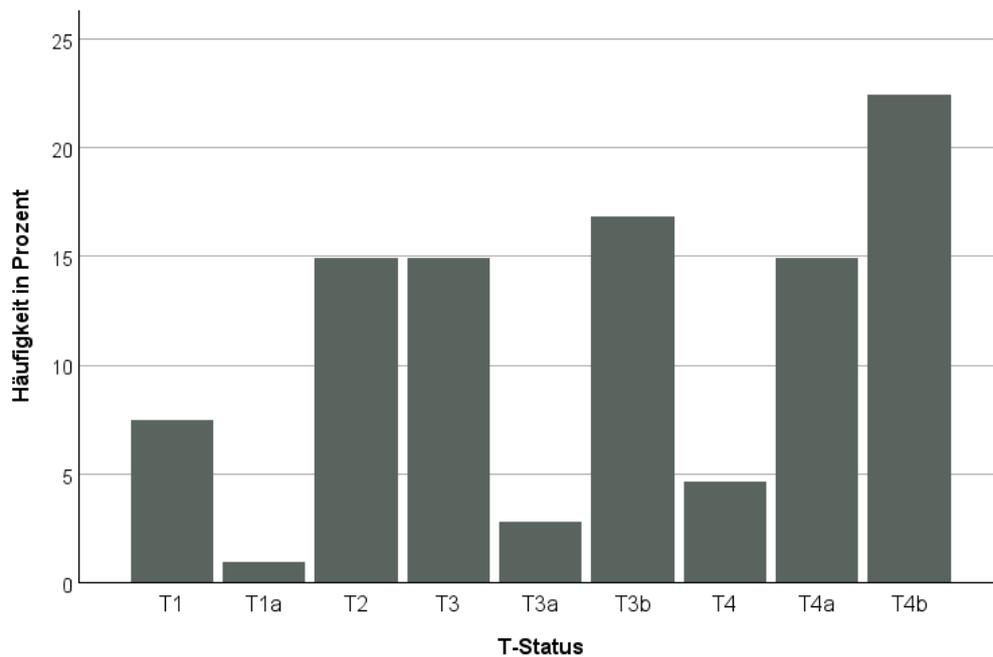


Abbildung 1: Balkendiagramm Verteilung Tumorausdehnung gesamte Kohorte

Über den Zeitraum von neun Jahren waren die Fälle bezüglich der Tumorausdehnung gleichmäßig verteilt. Ausnahmen stellten die T3- und T4-Tumoren dar, wie in Abbildung 2 deutlich zu erkennen ist. Die T3-Tumoren waren in den ersten 56 Fällen deutlich häufiger vertreten (43,4% gegenüber 26%), wohingegen die T4-Tumoren in Gruppe 2 öfter verzeichnet wurden (35,9% gegenüber 48,2%).

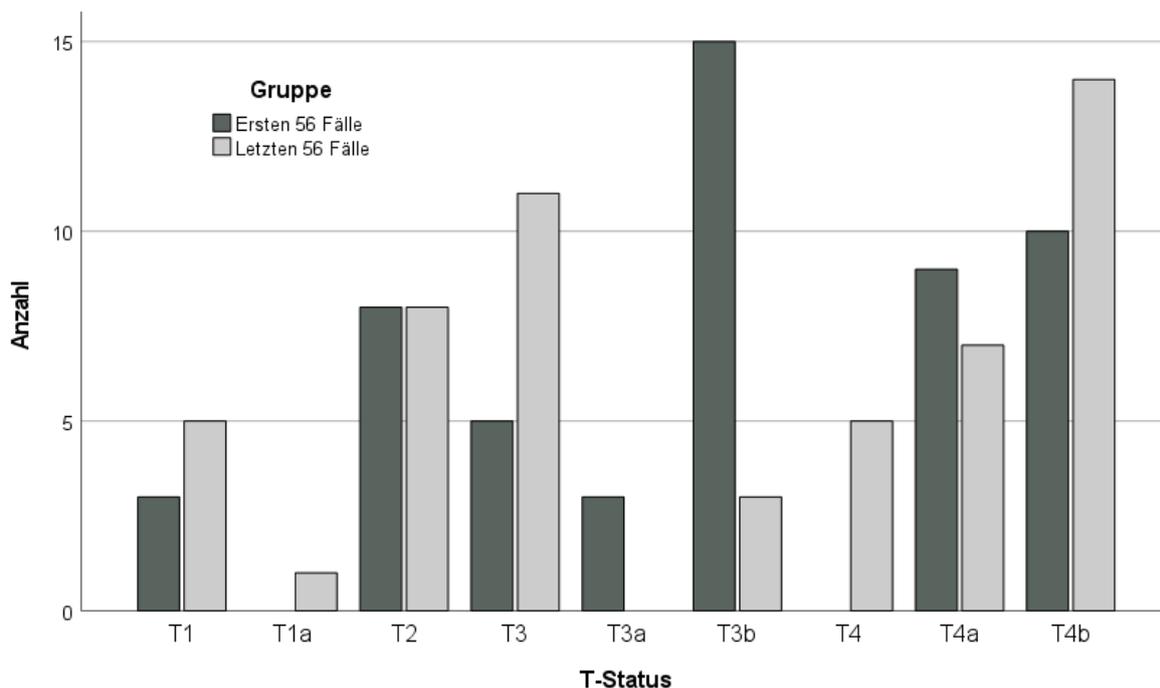


Abbildung 2: Balkendiagramm Verteilung Tumorausdehnung Gruppe 1 und 2

Hauptsymptome der Patienten mit VS waren neben einseitiger Hörminderung am häufigsten Schwindel in 52,7 %, gefolgt von Tinnitus in 40,2 % der Fälle. Gangunsicherheit konnte seltener beobachtet werden (27,7 %).

Eine vollständige Tumorentfernung wurde bei 69,6 % (n = 78) der Operationen erzielt. Ein Tumorrest zeigte sich im postoperativen MRT-Bild bei 28,6 % (n = 32). Bei zwei Patienten wurde keine Aussage zum Resektionsausmaß getroffen. Das Resttumorvolumen betrug durchschnittlich 0,793 cm<sup>3</sup> (Spannweite 0,025 cm<sup>3</sup> – 6,879 cm<sup>3</sup>).

Abbildung 3 verdeutlicht die ähnliche Verteilung der Komplettresektionen der Tumoren (76,8 % im Vergleich zu 62,5 %; p = 0,139) zwischen beiden Gruppen. Eine signifikante Abnahme des Resttumorvolumens oder Zunahme des Resektionsausmaßes mit zunehmender Fallzahl konnte nicht festgestellt werden (Korrelationskoeffizient nach Pearson p = 0,177 beziehungsweise p = 0,287).

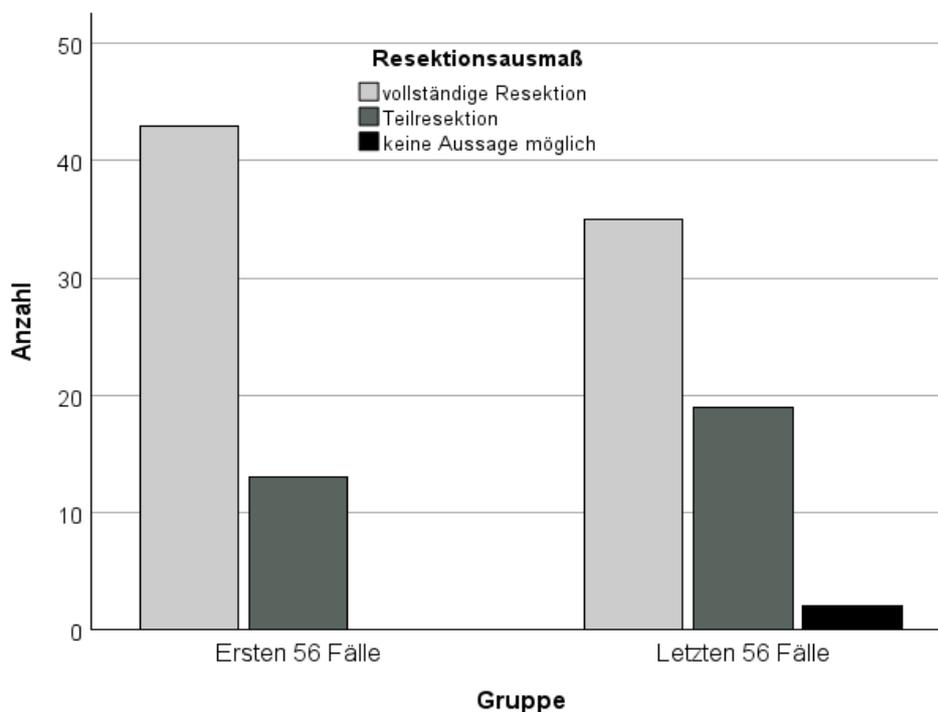


Abbildung 3: Balkendiagramm Verteilung Resektionsausmaß Gruppe 1 und 2

Bei höher klassifizierten VS war ein Trend zu einem Resttumorvolumen erkennbar.

Die durchschnittliche Operationsdauer lag bei 246 Minuten (Spannweite 104 bis 593 Minuten). Diese war ohne statistische Signifikanz in Gruppe 2 um 21 Minuten kürzer als in Gruppe 1 (p = 0,233). Bei Betrachtung der Tumorklassifikation über beide Gruppen war die OP-Zeit bei T1-Tumoren signifikant kürzer als bei T4a-Raumforderungen (Differenz von 147 Minuten [p < 0,001]), wie aus Tabelle 1 abzulesen ist.

Tabelle 1: OP-Dauer in Minuten nach Tumorausdehnung

Dauer OP	N	Mittelwert	Std.- Abweichung	Std.-Fehler	95% Konfidenzintervall des Mittelwerts		Minimum	Maximum
					Untergrenze	Obergrenze		
T1	8	146.8750	37.78676	13.35964	115.2845	178.4655	104.00	219.00
T1a	1	146.0000	.	.	.	.	146.00	146.00
T2	16	165.8125	40.16502	10.04126	144.4101	187.2149	124.00	260.00
T3	15	205.9333	45.10855	11.64698	180.9531	230.9136	152.00	315.00
T3a	3	208.3333	25.73584	14.85859	144.4020	272.2647	192.00	238.00
T3b	17	241.0000	56.14713	13.61768	212.1318	269.8682	139.00	310.00
T4	5	287.4000	15.97811	7.14563	267.5606	307.2394	269.00	305.00
T4a	15	294.0667	88.37216	22.81759	245.1278	343.0055	195.00	512.00
T4b	24	332.7917	103.32725	21.09159	289.1604	376.4229	192.00	593.00
Gesamt	104	246.3462	94.23218	9.24023	228.0203	264.6720	104.00	593.00

## 5.2 Komplikationen

### 5.2.1 Läsionen des N. fazialis

Der funktionelle Status des N. fazialis auf der ipsilateralen Gesichtshälfte zum VS entsprach präoperativ in 88,4 % (n = 99) der Fälle einer normalen Funktion, welches auf der Skala nach HB Grad I abbildet. Vier Patienten zeigten einen HB Grad II, zwei Patienten einen Grad II – III, jeweils drei Patienten HB-Grad III und VI und einer Grad V. Es lagen keine Fälle mit HB Grad VI vor. Unter Betrachtung der Tumorklassifikation zeigten alle Fazialisschwächen einen Tumor  $\geq$  T3b, mit lediglich zwei Ausnahmen. In einem Fall wurde keine Aussage zur Tumorausdehnung im Datensatz getroffen.

Postoperativ wurde bei 73 Patienten (65,2 %) keine Einschränkung des N. fazialis dokumentiert. Bei fünf Patienten (4,5 %) konnte eine Verbesserung verzeichnet werden und bei ebenfalls fünf Patienten blieb der präoperative Status erhalten. In den 39 Fällen (34,8 %) mit einer postoperativen Fazialisläsion hatten 29 (25,9 %) in der präoperativen Untersuchung keine Einschränkungen (HB I). Bei 18 Betroffenen (16,1 %) verschlechterte sich die Funktion auf HB Grad IV – VI.

Aus Abbildung 4 wird ersichtlich, dass Funktionsstörungen in den ersten 56 Fällen bei allen Tumorgrößen schwach signifikant häufiger auftraten (46,4 % in Gruppe 1 gegenüber 23,3 % in

Gruppe 2;  $p = 0,100$ ). 53,8 % ( $n = 21$ ) aller Patienten mit postoperativer Fazialisläsion wurden während der ersten 40 Eingriffe beobachtet.

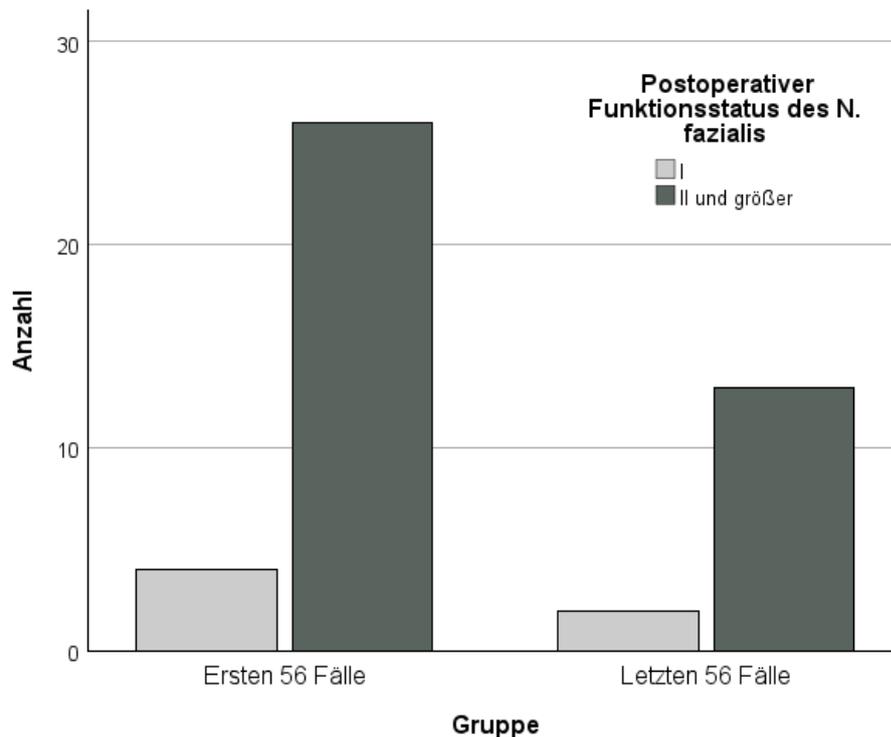


Abbildung 4: Balkendiagramm postop. Fazialisfunktion nach HB in Gruppe 1 und 2

## 5.2.2 Läsionen des N. cochlearis

Die Hörfunktion der betroffenen Seite war präoperativ bei fünf Patienten (4,5 %) normal. 26 Patienten (23,2 %) wurden als taub eingestuft, neben 15 Betroffenen (13,4 %) die „useful hearing“ aufwiesen. 25,0 % wurden der Kategorie „non-useful hearing“ zugewiesen. Abbildung 5 verdeutlicht, dass der Großteil der Patienten die unter Taubheit litten, Tumoren der Kategorie T3 und höher besaßen ( $n = 20$ ; 83,3 %). Bei zwei Patienten fehlten die Angaben zur Tumorklassifikation.

Eine direkt postoperativ durchgeführte Reintonaudiometrie wurde bei 56 Patienten dokumentiert. Von diesen konnte bei insgesamt 62,5 % der Hörstatus erhalten werden. In 35,7 % der Fälle verschlechterte sich das auditive Vermögen postoperativ und in einem Fall (1,8 %) wurde eine Verbesserung verzeichnet. Innerhalb der beiden Gruppen zeigten sich keine Unterschiede (Erhalt Hörstatus Gruppe 1: 63,9 % vs. Gruppe 2: 60 %). Eine Verschlechterung des auditiven Vermögens schien ohne statistische Signifikanz bevorzugt bei den Tumorklassen T3a und T4a aufzutreten ( $p = 0,066$ ).

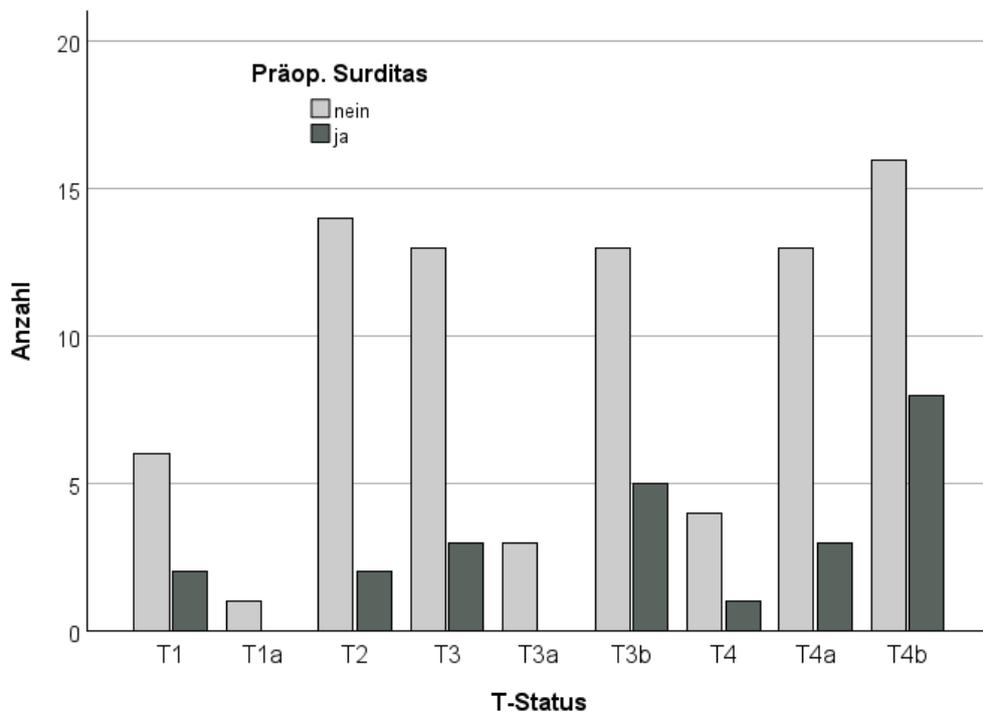


Abbildung 5: Tumorausdehnung und gehörlose Patienten präoperativ

Im Vergleich der beiden Gruppen konnten keine Unterschiede im postoperativen Hörvermögen erkannt werden (Hypakusis 36,1 % in Gruppe 1 gegenüber 45 % in Gruppe 2 [ $p = 0,258$ ] und Anakusis 63,4 % in Gruppe 1 gegenüber 55 % in Gruppe 2 [ $p = 0,742$ ]).

Die postoperativen Funktionsdefizite der beiden besprochenen Hirnnerven korrelierten nicht signifikant mit dem Resektionsausmaß (N. facialis  $p = 0,276$ ; N. cochlearis  $p = 0,373$ ).

### 5.2.3 Weitere Komplikationen

Als weitere postoperative Komplikation wurde in neun Fällen (8 %) der Austritt von Liquor beschrieben. Sechs der Liquorfisteln traten in Gruppe 1 auf.

Drei Patienten (2,1 %) entwickelten nach der OP eine Meningitis, wovon zwei unter die ersten 56 Fälle fielen. Bei weiteren drei (2,1 %) wurde die Ausbildung eines Hydrozephalus beobachtet. Die Behandlung umfasste in einem Fall einen operativ angelegten ventrikulo-peritonealen Shunt und in den anderen beiden Fällen Ventrikeldrainagen.

Keiner der Patienten verstarb perioperativ oder unmittelbar postoperativ an den Folgen des Eingriffs.

Komplikationen insgesamt, mit eingeschlossen der Fazialislähmung und der Verschlechterung der Hörfunktion sind in 50,9 % der Fälle aufgetreten. Im Gruppenvergleich konnte ein

signifikanter Unterschied der Komplikationsrate von 67,9 % während der ersten auf 33,9 % während der letzten 56 Fälle verzeichnet werden ( $p = 0,001$ ).

## 5.3 Gesundheitsbezogene Lebensqualität

Von den 112 Fällen konnten 91 (81,3 %) zur allgemeinen gesundheitsbezogenen Lebensqualität mit dem EuroQol-Fragebogen ausgewertet werden. Bei den 21 Patienten ohne Daten waren 12 weder telefonisch noch postalisch erreichbar, vier waren in der Zwischenzeit verstorben, drei lehnten die Befragung ab und bei zwei Teilnehmern lag eine fortgeschrittene demenzielle Erkrankung vor, sodass sinnvolle Aussagen nicht getroffen werden konnten.

### 5.3.1 Gruppenunterschiede der Dimensionen des EuroQoL-Fragebogens

Abbildung 6 veranschaulicht, dass bezüglich des aktuellen Gesundheitszustandes zwischen den ersten und letzten 56 Fällen kein signifikanter Unterschied festgestellt werden konnte ( $p = 0,316$ ). Auch eine Analyse durch Berechnung der ANCOVA konnte dies bestätigen ( $p = 0,677$ ). Ein Vergleich des derzeitigen Gesundheitszustandes mit dem etwaigen Zustand ein Jahr zuvor, ergab keinen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen ( $p = 0,736$ ).

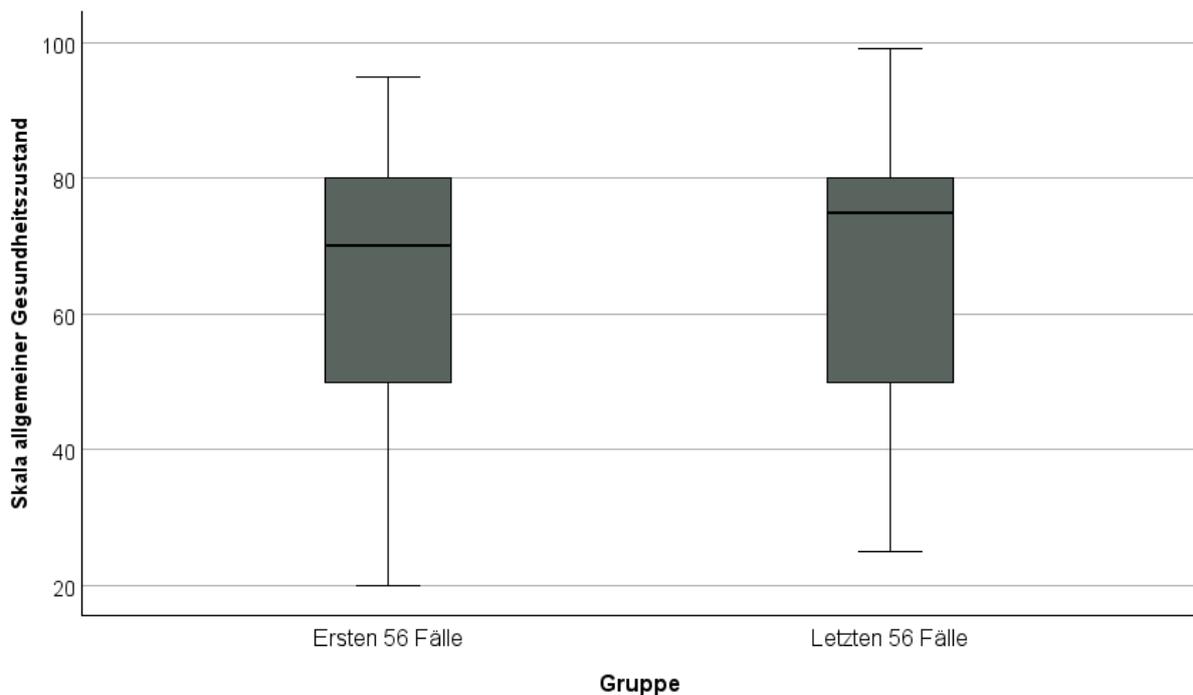


Abbildung 6: Boxplot-Darstellung Gruppenunterschied aktueller Gesundheitszustand

Ebenso verhielt es sich mit den fünf Dimensionen und den Unterschieden zwischen Gruppe 1 und 2. Bei keiner konnte ein signifikanter Unterschied gefunden werden, auch ersichtlich in den Abbildungen 7 -11.

Bei der Dimension „Mobilität“ war keiner der Patienten postoperativ ans Bett gebunden. Die Angaben „keine -“ und „einige Probleme“ mit der Mobilität wiesen zwischen Gruppe 1 und 2 keinen nennenswerten Unterschied auf ( $p = 0,904$ ), wie in Abbildung 7 dargestellt.

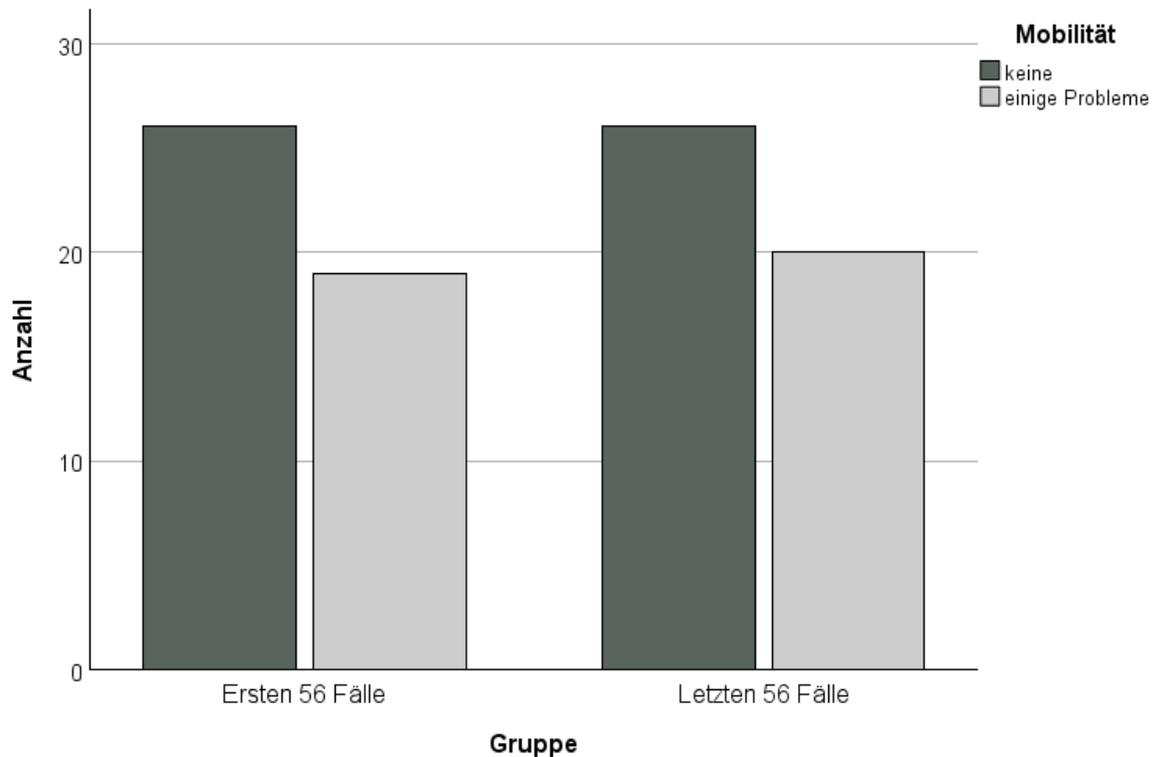


Abbildung 7: Balkendiagramm Gruppenunterschied Mobilität

Auch bei der „Selbstpflege“ lag kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Gruppenzugehörigkeit und der Ausprägung des Merkmals vor ( $p = 0,386$ ). In Abbildung 8 wird allerdings eine leichte Tendenz zu weniger Problemen in Gruppe 2 ersichtlich.

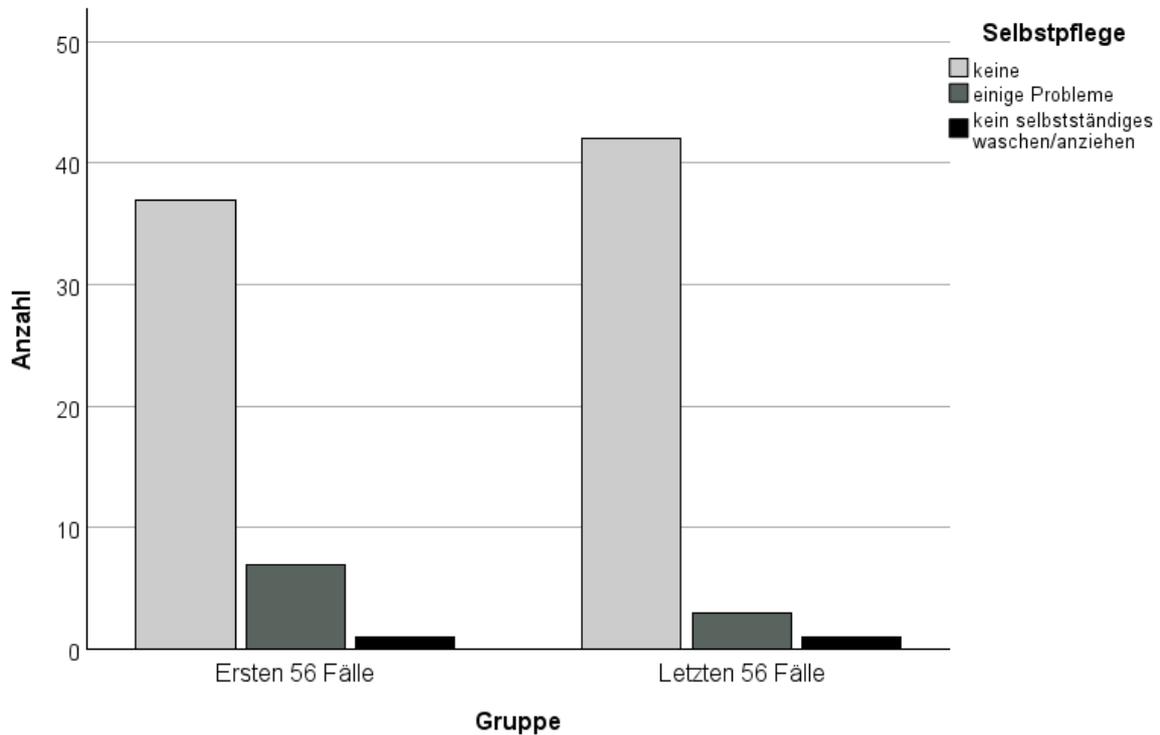


Abbildung 8: Balkendiagramm Gruppenunterschied Selbstpflege

Mit nahezu gleicher Verteilung der Einstufung der Problematik beider Gruppen bei den „Alltagsaktivitäten“, lag auch hier kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den ersten und letzten 56 Fällen vor ( $p = 0,813$ ), wie in Abbildung 9 dargestellt.

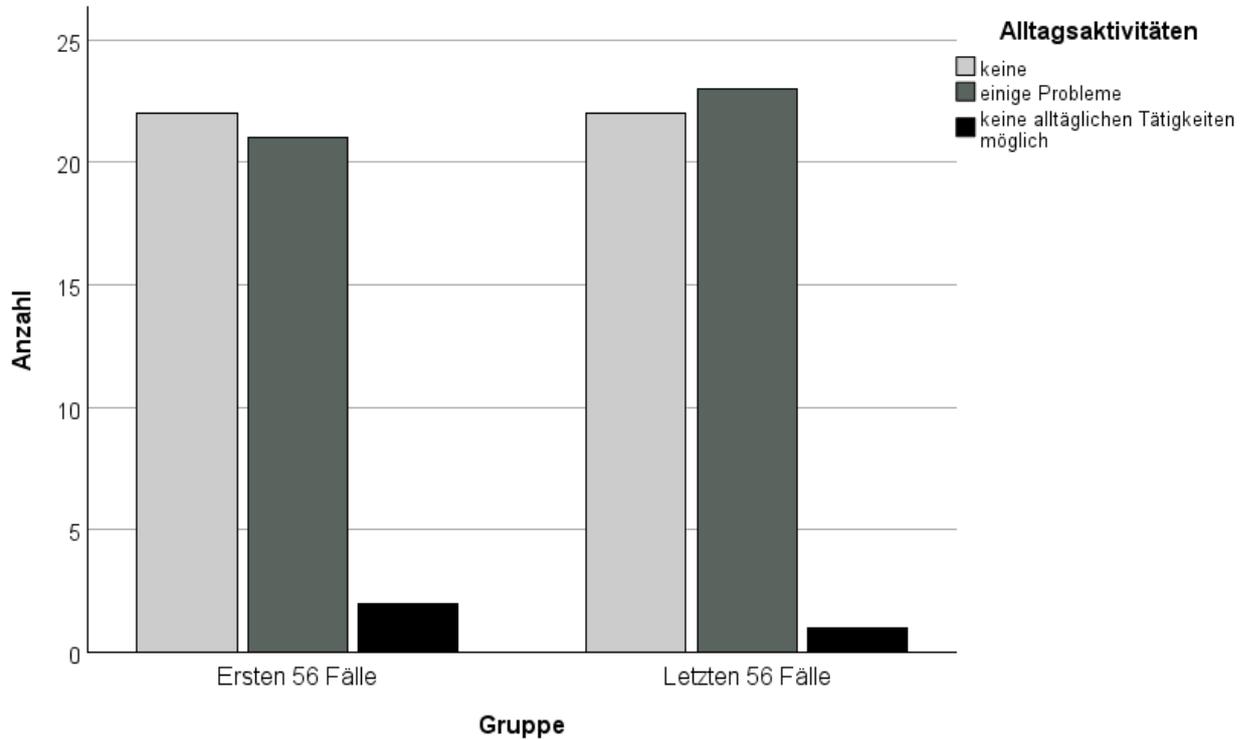


Abbildung 9: Balkendiagramm Gruppenunterschied Alltagsaktivitäten

Der Zusammenhang zwischen postoperativen Schmerzen und Gruppe 1 und 2 war nicht signifikant ( $p = 0,428$ ). Doch wird in Abbildung 10 ersichtlich, dass in Gruppe 2 mehr Patienten einige Probleme mit einer Schmerzsymptomatik aufwiesen (Gruppe 1: 17 Patienten, Gruppe 2: 21 Patienten). Dafür fanden sich in Gruppe 1 vermehrt Stimmen, die extreme Beschwerden angaben (Gruppe 1: 5 Patienten, Gruppe 2: 2 Patienten).

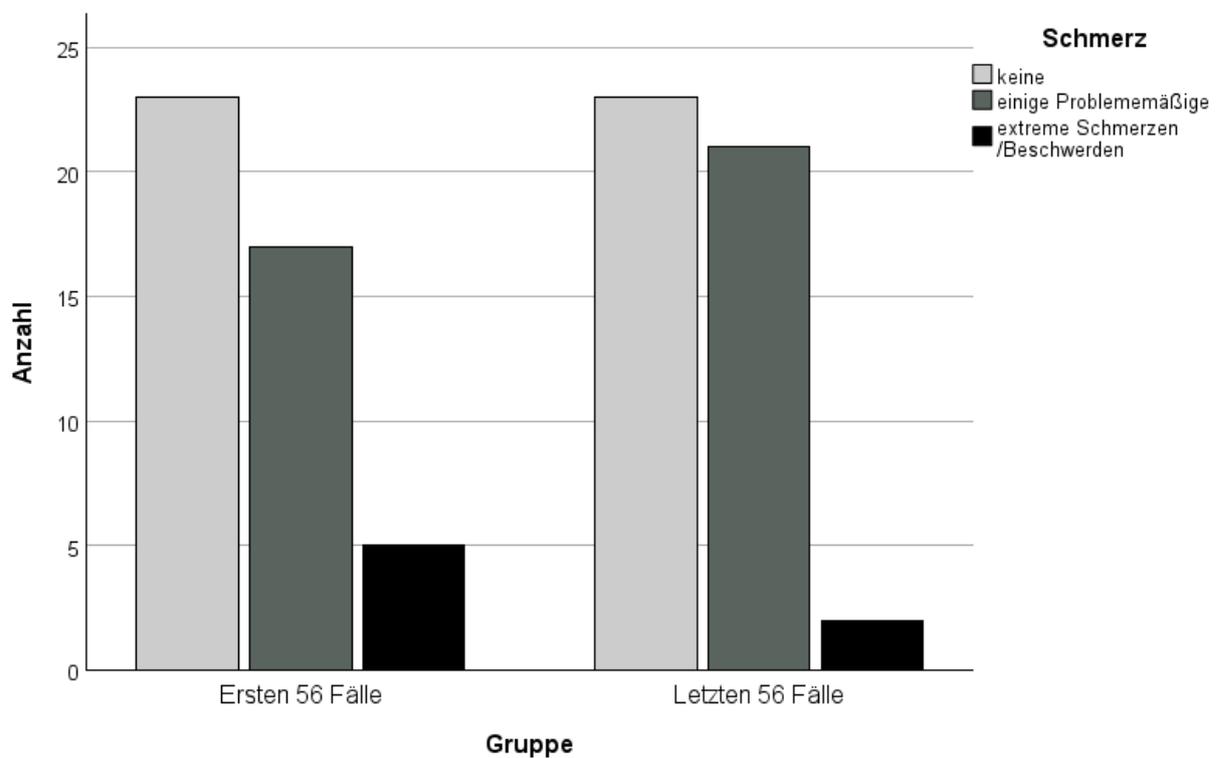


Abbildung 10: Balkendiagramm Gruppenunterschied Schmerz

Der Gruppenvergleich der Dimension „Angst/Niedergeschlagenheit“ ist in Abbildung 11 dargestellt. Auch wenn in Gruppe 2 mehr Patienten keine Probleme und gar kein Patient extreme Ängstlichkeit/Depressivität im Vergleich zu Gruppe 1 aufführte, war der Unterschied nicht signifikant ( $p = 0,196$ ).

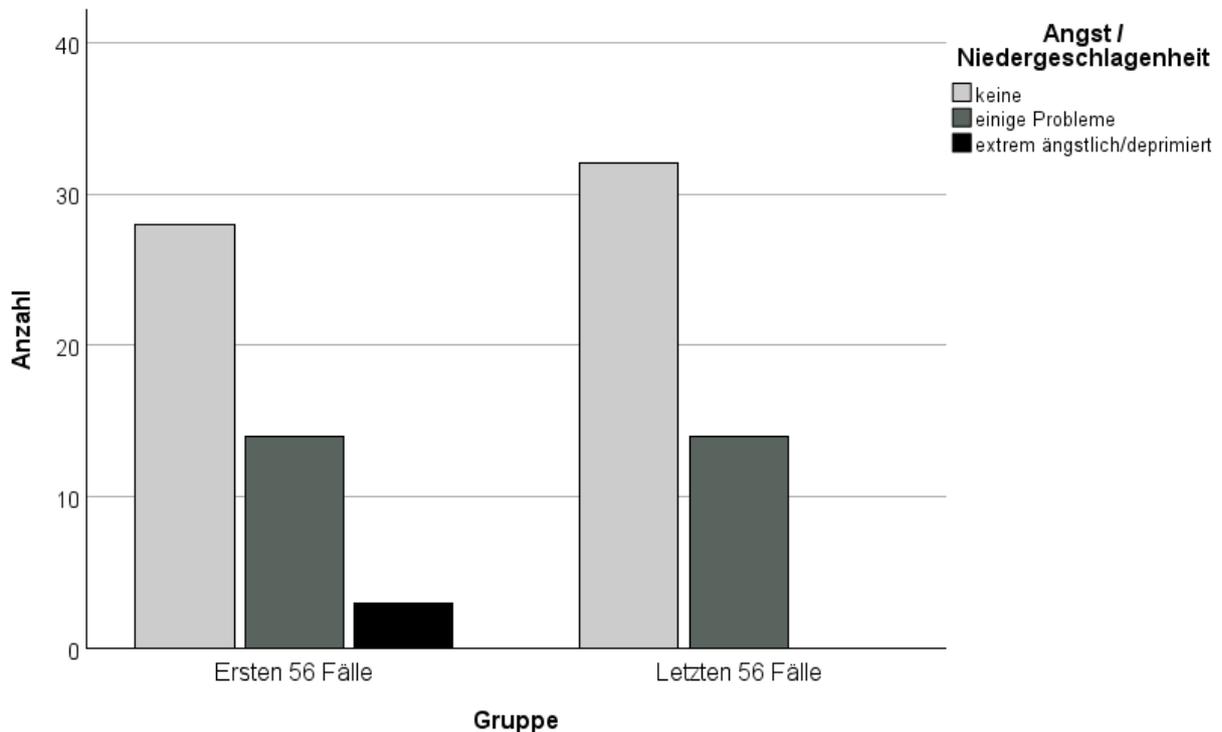


Abbildung 11: Balkendiagramm Gruppenunterschied Angst/Niedergeschlagenheit

### 5.3.2 Einfluss von Geschlecht, Alter, Tumorklassifikation und Resektionsausmaß

Es konnte kein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen dem Geschlecht und der Lebensqualität festgestellt werden ( $p = 0,838$ ).

Die Daten wiesen auf einen signifikanten, negativen und schwachen Zusammenhang zwischen dem Alter und der allgemeinen Gesundheit hin ( $r = -0,291$ ,  $p = 0,005$ ). Patienten mit höherem Alter zeigten eine geringere gesundheitsbezogene Lebensqualität.

Einen weiteren Zusammenhang zwischen dem Gesundheitszustand im Alter zeigten die Dimensionen „Mobilität“, „Selbstpflege“ und „Alltagsaktivitäten“. Je höher das Alter, desto mehr Einschränkungen wurden in den genannten Aktivitäten angegeben. Eine durchgeführte Kovarianzanalyse bestätigte diese Aussage mit statistischer Signifikanz ( $p = 0,024$ ).

Hingegen konnte bezüglich der Tumorklassifikation in der Datenanalyse kein Zusammenhang festgestellt werden.

Darüber hinaus konnte weder ein Zusammenhang zwischen dem Resektionsausmaß und der allgemeinen Gesundheit ( $p = 0,674$ ), noch ein Unterschied bezüglich der Lebensqualität zwischen den beiden Gruppen erkannt werden.

### 5.3.3 Symptome mit Einfluss auf die Lebensqualität

Die vestibulären Symptome Gleichgewichtsstörungen ( $p = 0,956$ ) und Gangunsicherheit ( $p = 0,380$ ) wiesen keine statistische Signifikanz in Zusammenhang mit dem Gesundheitszustand auf, während dies beim Schwindel durchaus festgestellt werden konnte ( $p = 0,009$ ). Die Abbildung 12 visualisiert den Unterschied entsprechend. Mittels Kovarianzanalyse bestätigt, wiesen Personen ohne Schwindel eine höhere HRQoL auf ( $p = 0,009$ ).

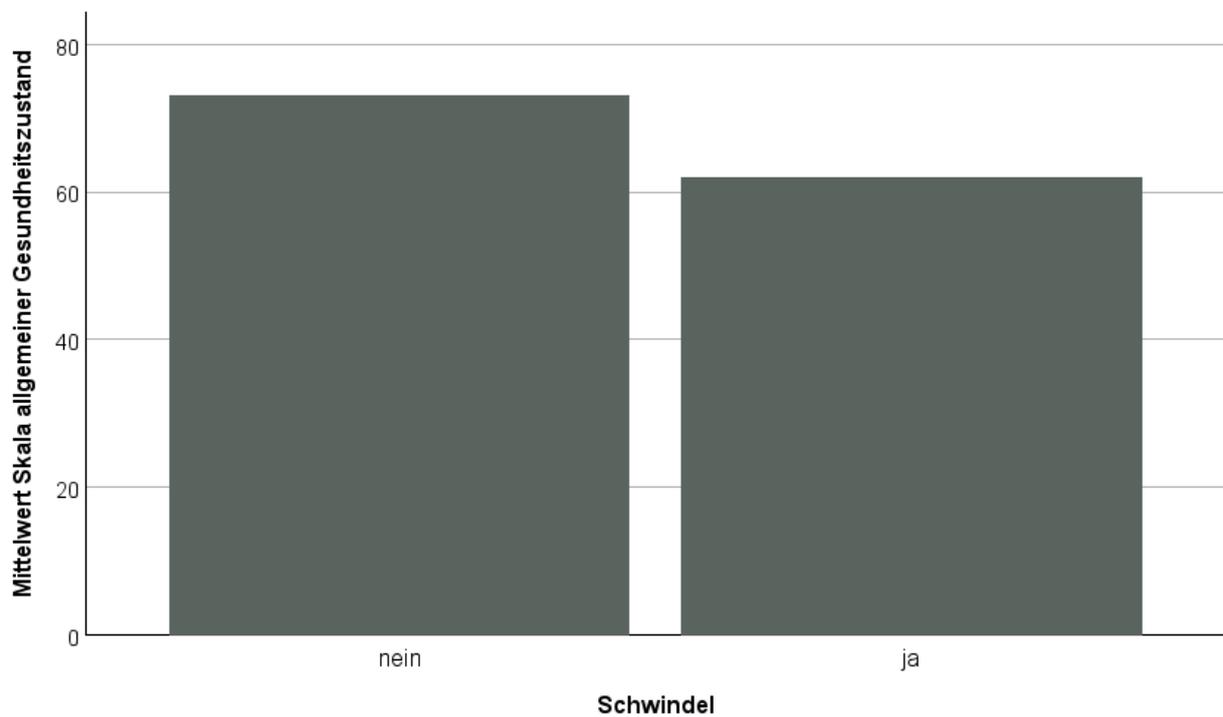


Abbildung 12: Balkendiagramm Schwindel und allgemeiner Gesundheitszustand

Die Analyse der Daten zeigte, dass Patienten die unter Tinnitus litten, tendenziell eine höhere HRQoL mit einer schwachen Signifikanz aufwiesen ( $p = 0,054$ ). Tabelle 2 verdeutlicht diesen Zusammenhang mit den relevanten Werten.

Tabelle 2: Tinnitus und allgemeiner Gesundheitszustand

Ränge		N	Mittlerer Rang	Rangsumme
Tinnitus				
overall health (Skala vom 0-100, 100=best mögliche)	nein	54	41.60	2246.50
	ja	37	52.42	1939.50
	Gesamt	91		
Teststatistiken				
	overall health (Skala vom 0-100, 100=best mögliche)			
Mann-Whitney-U-Test		761.500		
Wilcoxon-W		2246.500		
Z		-1.930		
Asymp. Sig. (2-seitig)		0.054		

Nach Berechnung der ANCOVA bestätigte sich die Signifikanz jedoch nicht.

### 5.3.4 Komplikationen mit Einfluss auf die Lebensqualität

Die Parese des N. facialis führte zu einer schlechteren gesundheitsbezogenen Lebensqualität ( $p = 0,088$ ), wie in Tabelle 3 dargestellt ist. Es zeigte sich ebenfalls, dass Personen ohne eine Schwäche des N. facialis eine signifikant höhere Lebensqualität aufwiesen ( $p = 0,049$ ).

Tabelle 3: Fazialisparese und allgemeiner Gesundheitszustand

Ränge		N	Mittlerer Rang	Rangsumme
	fascial palsy			
overall health (Skala vom 0-100, 100=best mögliche)	nein	64	49.05	3139.5
	ja	27	38.76	1046.5
	Gesamt	91		
Teststatistiken				
	overall health (Skala vom 0-100, 100=best mögliche)			
Mann-Whitney-U-Test		668.5		
Wilcoxon-W		1046.5		
Z		-1.709		
Asymp. Sig. (2-seitig)		0.088		

Bezüglich der N. Cochlearisläsionen konnten keine Hinweise auf statistische Unterschiede bei Hypakusis ( $p = 0,407$ ), „useful hearing“ ( $p = 0,902$ ), „non-useful hearing“ ( $p = 0,642$ ), Tieftonschwerhörigkeit ( $p = 0,967$ ) und Surditas ( $p = 0,966$ ) gefunden werden.

Bei der Hochtonschwerhörigkeit wurde ein leicht besserer Gesundheitszustand mit schwacher Signifikanz nachgewiesen ( $p = 0,055$ ). Wie auch beim Tinnitus zeigte sich diese Signifikanz in der Kovarianzanalyse nicht.

Die verbleibenden Variablen aus der Kategorie Komplikationen blieben ohne statistische Signifikanz im Zusammenhang zur allgemeinen Gesundheit. Dahingehend untersucht wurden Liquorfisteln ( $p = 0,600$ ), Meningitis ( $p = 0,362$ ), Hydrozephalus, ( $p = 0,797$ ) und „Weitere“ ( $p = 0,180$ ).

## 6 Diskussion

---

In der vorliegenden Dissertation wird eine retrospektive Fallserie von 112 nacheinander resezierten Vestibularisschwannomen desselben Operateurs dargestellt. Ziel ist es, die Lernkurve dieses Chirurgen anhand der operativen Ergebnisse und der allgemeinen gesundheitsbezogenen Lebensqualität aufzuzeigen. Zusätzlich werden Parameter identifiziert, die Einfluss auf die QoL nehmen.

### 6.1 Lernkurve

Grundlage der heutigen Mikrochirurgie ist eine umfangreiche Fallserie aus dem Jahr 1997 von M. Samii. Darin sind die funktionellen Resultate des N. fazialis und des N. vestibulocochlearis nach Entfernung von VS dargelegt. Die anatomische Struktur des N. fazialis bleibt in 93 % der Fälle erhalten, während bei 53 % nach zwei Wochen postoperativ eine Funktionsstörung (HB größer als I) zu beobachten ist (Samii und Matthies, 1997b). Die auditive Funktion kann bei 39,5 % der Patienten erhalten werden. Jedoch vor allem bei Betroffenen mit geringer Tumorausdehnung und gutem präoperativen Hörvermögen (Samii und Matthies, 1997a).

M. Samii leitet als entscheidenden Faktor für den Nervenerhalt die Fähigkeiten des Chirurgen ab. Die funktionelle Integrität des N. fazialis in Abhängigkeit von der Tumorgröße von 87 % – 93 % am Anfang der Serie untermauert diese These, welche sich auf 94 % unabhängig von der Größe des Tumors bei den letzten 200 Fällen steigert. Das Hörvermögen wird von beginnend 24 % bei den ersten 200 Fällen auf 47 % in den letzten 200 Fällen erhalten (Samii und Matthies, 1997a).

Der Zusammenhang zwischen der Integrität des N. fazialis und der chirurgischen Erfahrung wird in darauffolgenden Untersuchungen ebenfalls festgestellt (Moffat et al., 2014, Youssef et al., 2013, Nonaka et al., 2013). Wie auch die vorliegende Studie zeigte, besserte sich der Funktionserhalt des VII. Hirnnervens über den Forschungszeitraum signifikant und neu aufgetretene Defizite in Gruppe 2 halbierten sich auf 23,3 % ( $p = 0,100$ ). Dies lässt darauf schließen, dass die vorliegenden Daten einer Lernkurve folgen. Weitere relevante Einflussfaktoren auf den funktionellen Erhalt des N. fazialis stellen die Tumorgröße (Liu et al., 2015, Nonaka et al., 2013, Fenton et al., 2002) und das intraoperative Neuromonitoring dar (Liu et al., 2015, You et al., 2013, Isaacson et al., 2003). Der Zusammenhang zwischen der Tumorausdehnung wurde auch in den ausgewerteten Daten sichtbar, da Lähmungen bei

Tumoren der Klassifikation  $\geq$  T3b auftraten. Damit ist die TumorgroÙe ein wichtiger prädiktiver Faktor hinsichtlich der Fazialisfunktion (Fenton et al., 2002). Bestätigend konnte bei den postoperativen Fazialislähmungen eine signifikante Verbesserung während der letzten 56 Fälle bei annähernder Gleichverteilung der Tumorausdehnung über die Kohorte gezeigt werden.

Die Gesamtheit der postoperativen Komplikationen wurde ebenfalls in den letzten 56 Fällen von 67,9 % auf 33,9 % ( $p = 0,001$ ) signifikant reduziert. In Gruppe 2 halbierten sich die Liquorleckagen und Meningitiden. Es lassen sich vergleichbare Ergebnisse in früheren Untersuchungen finden (Nonaka et al., 2013, Buchmann et al., 1996). Dabei fällt insbesondere die Nennung eines Schwellenwertes von 50 – 60 OPs auf, ab welchem optimale Ergebnisse erzielt werden sollen (Moffat et al., 2014, Wang et al., 2013, Welling et al., 1999).

Obwohl M. Samii sowie weitere Autoren den Erhalt des N. cochlearis in Zusammenhang mit chirurgischer Erfahrung bringt, konnte in dieser Serie ein Hörverlust nicht zuverlässig vermieden werden und folgte keiner Lernkurve (Dowling et al., 2019, Saliba et al., 2019, Samii und Matthies, 1997a). Es konnte weder zwischen dem Resektionsausmaß noch der TumorgroÙe und dem postoperativen Erhalt der auditiven Funktion ein signifikanter Unterschied aufgezeigt werden. Es war lediglich ein Trend zu beobachten, größere Tumoren mit einem schlechteren postoperativen Gehör in Kombination vorzufinden. In Studien werden für den langfristigen Erhalt des Gehörs die TumorgroÙe und das präoperative Hörvermögen als prognostische Faktoren konsistent genannt (Dowling et al., 2019, Abboud et al., 2016, Kutz et al., 2012). Zusätzlich werden vereinzelt junges Patientenalter, männliches Geschlecht und zystische Tumorkonsistenz beschrieben (Saliba et al., 2019, Samii und Matthies, 1997a, Yokoh et al., 1993). Abgesehen von der Tumorkonsistenz, welche in der Datenerhebung unberücksichtigt blieb, gab es in der vorliegenden Analyse keinen Hinweis auf derartige Zusammenhänge.

Die Lernkurve für mikrochirurgische VS-Operationen wird in verschiedenen Studien detailliert beschrieben. Diese ist an bestimmte Bedingungen geknüpft, wie beispielsweise ein kompetentes und spezialisiertes Team, IONM, ein gutes perioperatives Management und einen geeigneten Chirurgen. Sofern diese gegeben sind, kann eine Verbesserung des Resektionsausmaßes und der funktionellen Ergebnisse nach ca. 50 – 60 Fällen beobachtet werden (Liu et al., 2015, Moffat et al., 2014, Wang et al., 2013, Roser und Tatagiba, 2010, Sharp et al., 2005, Elsmore und Mendoza, 2002, Welling et al., 1999, Buchmann et al., 1996). Wie von Roser et al. beschrieben, ist es auch jungen Chirurgen nach sorgfältiger Planung und Ausbildung möglich, wünschenswerte Ergebnisse zu erzielen. In seiner Serie von 50 VS-Resektionen entwickelten, unabhängig von der TumorgroÙe, 96 % der Patienten keine

Fazialisparese (Roser und Tatagiba, 2010). Dies wird ebenso in weiteren Studien repliziert. Buchmann et al. und Moffat et al. etwa dokumentieren Verbesserungen der Ergebnisse nach 50 – 60 Fällen. Diese zeigen sich vor allen in sinkenden Komplikationsraten wie der Lähmung des N. facialis und Liquorfisteln (Liu et al., 2015, Elsmore und Mendoza, 2002, Buchmann et al., 1996, Moffat et al., 1996). Kurzum konnte in der vorliegenden Untersuchung ebenfalls eine Verbesserung der Ergebnisse nach den genannten Fallzahlen erreicht werden und eine Lernkurve nachgewiesen werden.

## **6.2 Operatives Setting**

In vorhergehenden Studien wird der Einfluss des operativen Zugangs und der Position des Patienten während der OP auf die postoperative Morbidität beschrieben (Tatagiba et al., 2014, Moffat et al., 1996, Sugita und Kobayashi, 1982). Die intraoperative Position des Patienten hat sich als entscheidend für die Optimierung der OP gezeigt. Es haben sich vor allem die Rückenlage und die halbsitzende Position etabliert. Um den Erhalt des Hörvermögens technisch zu gewährleisten, wird der operative Zugang subokzipital bzw. retrosigmoidal oder transtemporal gewählt. Für Position und Zugang können eine Vielzahl von Vorteilen aufgezählt werden. Vorzüge der halbsitzenden Position sind verringerter Hirndruck und ein besseres Sichtfeld für den Chirurgen, da Liquor und Blut abfließen können. Zeitgleich birgt sie ein erhöhtes Risiko für Luftembolien der hirnversorgenden Gefäße, des Ventrikelsystems sowie des rechten Herzens und für eine unzureichende Perfusion des Gehirns. Pneumocephalus und intraoperative Herzinsuffizienz können die Folgen hiervon sein. Aus diesem Grund hat sich die Anfertigung eines präoperativen Echokardiogramms etabliert, um ein offenes Foramen ovale zu erkennen und einen damit einhergehenden Übergang der Luft in das arterielle System durch präoperative Intervention zu verhindern. Zusätzlich wird während der OP im rechten Atrium ein Venenkatheter platziert, um Luftblasen absaugen zu können (Tatagiba et al., 2014, Grady et al., 1986, Tindall et al., 1967). Die Rückenlage kann diese Gefahren reduzieren. Allerdings sollten ein Kleinhirnödem und eine ungewohnte Sicht auf die anatomischen Verhältnisse, welche mit einem gewissen zusätzlichen Lernaufwand verbunden sind, nicht unerwähnt bleiben. Auch kann es zur Ansammlung von Blut und Liquor im unteren OP-Feld kommen und die Sicht erschweren (Sugita und Kobayashi, 1982, Sugita et al., 1979).

Der chirurgische Zugang zum Operationsfeld soll an dieser Stelle ebenfalls diskutiert werden. Der retrosigmoidale Zugang ermöglicht einen guten Überblick über die neuroanatomischen Strukturen und die Gefäßversorgung des Kleinhirnbrückenwinkels (KHBW). Zusätzlich ist das

Zurückziehen der entsprechenden Kleinhirnhemisphäre möglich, sofern dies nötig ist (You et al., 2013). In Studien wird über bessere funktionelle Ergebnisse bezüglich des N. fazialis, aber auch über eine höhere Inzidenz von postoperativen Kopfschmerzen und Liquorfisteln berichtet (Nonaka et al., 2013, You et al., 2013, de Freitas et al., 2012, Mangham, 2004).

Der transtemporale Zugang führt zu vergleichbaren chirurgischen Ergebnissen (Youssef et al., 2013, Mangham, 2004, Vittorio und Francesco, 2003, Buchmann et al., 1996, Yokoh et al., 1993). Diese Art der Schädeleröffnung verschafft dem Operateur einen direkten Zugang zum inneren Gehörgang und somit zu den sich dort befindenden intrameatalen Tumoren (Kutz et al., 2012). Teilweise werden bei kleinen Tumoren bessere Ergebnisse der postoperativen auditiven Funktion beschrieben. Der VII. Hirnnerv ist in dieser Konstellation jedoch gefährdeter (You et al., 2013, Vittorio und Francesco, 2003).

Eindeutige Schlüsse können aus den Daten über die operativen Zugänge nicht gezogen werden, da die Ergebnisse der Nervenfunktion des N. cochlearis und N. fazialis unterschiedlich sind. Vergleiche sind schwer zu ziehen, da sowohl die Vorliebe und Expertise des Operateurs als auch die Tumorgrößen sich heterogen darstellen (Starnoni et al., 2020).

Um irreparablen Nervenschädigungen zu vermeiden, hat sich IONM bei jeder VS-OP etabliert. Vor allem beim funktionellen Erhalt des N. fazialis zeigen sich dadurch bessere Ergebnisse. Gewisse Parameter des Monitorings, wie beispielsweise das Verhältnis von der distalen zur proximalen Antwortamplitude, haben einen Vorhersagewert für die postoperative Funktion, sodass das chirurgische Vorgehen intraoperativ entsprechend angepasst werden kann. Nicht vergleichbar ist hingegen die Schonung des N. vestibulocochlearis während der OP, wo bessere postoperative Ergebnisse wünschenswert sind. Vorzüge der Nervenüberwachung sind die Identifizierung von gefährdeten Strukturen in Echtzeit mittels direkter Stimulation und daraus folgender Unterlassung jeglicher Manipulation bei Irritationen. Als Folge werden bessere funktionelle Resultate vielfach beschrieben (Liu et al., 2015, Oh et al., 2012, Amano et al., 2011, Isaacson et al., 2003).

Alle Patienten der Studienkohorte wurden über den retrosigmoidalen Zugang und in Rückenlage operiert, sodass ein Vergleich der Fälle möglich wurde. Natürlich kam auch IONM des N. fazialis sowie des N. cochlearis zum Einsatz, um eine intraoperative Überwachung der Funktion mit ggf. Reaktion des chirurgischen Teams zu gewährleisten und optimale Ergebnisse zu erzielen.

## 6.3 Gesundheitsbezogene Lebensqualität

Zahlreiche Studien befassen sich mit der Lebensqualität von Patienten mit VS. Eine Vielzahl vergleicht dabei die drei Managementstrategien des Beobachtens, der mikrochirurgischen Operation und der stereotaktischen Bestrahlung. Ziel ist es bei ähnlicher Morbidität einen zusätzlichen Hinweis auf ein bevorzugtes Therapieregime zu erhalten, falls die gegebenen klinischen Umstände eine Wahl zulassen. Die Datenlage hierzu ist unzureichend und die Studien gelangen bislang zu unterschiedlichen Ergebnissen (Baumann und Plinkert, 2017). Während eine Studie die Lebensqualität nach chirurgischer Therapie aufgrund der Komplikationen als schlechter bewertet (Chweya et al., 2021), wird in einer anderen Forschungsarbeit ein klarer Vorteil beim „watchful waiting“ nachgewiesen (Soulier et al., 2017). Gleichzeitig weisen weitere Untersuchungen auf fehlende Unterschiede zwischen den Optionen mikrochirurgische Operation, Bestrahlung und Beobachtung bei kleinen bis mittelgroßen Tumoren hin (Miller et al., 2020, Carlson et al., 2015a). Insbesondere in Studien mit Langzeitergebnisse scheint sich die HRQoL der drei Managementstrategien über den Verlauf von Jahren gegenseitig anzugleichen (Lodder et al., 2018, Baumann und Plinkert, 2017, Robinett et al., 2014).

Carlson et al. geben zudem zu bedenken, dass eine statistische Signifikanz nicht einer klinischen entsprechen muss. In einer Studie zum „minimalen klinisch wichtigem Unterschied“ (MCID, Minimal Clinically Important Difference) konnte gezeigt werden, dass bei den Fragebögen SF-36 und PANQOL in den zeitlich vorher veröffentlichten Studien kein klinisch relevanter Unterschied zwischen den Behandlungsoptionen besteht, obwohl eine statistische Signifikanz existiert. MCID wird definiert durch die Differenz auf einer Punkteskala, die der Patient im Vergleich zum Ausgangswert feststellt. Zudem würde der nun niedrigere Wert den behandelnden Arzt dazu veranlassen, eine Behandlung zu erwägen. Zu beachten gilt, dass dieser Wert in verschiedenen Populationen unterschiedlich ausfallen kann (Carlson et al., 2015b). Das retrospektive Studiendesign wird einheitlich als limitierender Faktor in entsprechenden Veröffentlichungen diskutiert und aufgeführt. Darüber hinaus wird dennoch in zwei prospektiven Studien kein Unterschied der Lebensqualität zwischen mikrochirurgischer und radiochirurgischer Therapie (Wagner, 2011) und beim Vergleich der drei Handlungsalternativen nach zwei Jahren festgestellt (Di Maio und Akagami, 2009). In Arbeiten, welche die Lebensqualität nach Strahlentherapie untersuchen, wird eine ähnliche allgemeine HRQoL beobachtet, wie sie in der Allgemeinbevölkerung festzustellen ist. Trotz geografischer Unterschiede kommen Studien aus Deutschland, den Niederlanden und den USA

zu diesem Ergebnis beim Vergleich mit der jeweiligen Population (Windisch et al., 2021, Berkowitz et al., 2017, Timmer et al., 2010). Im Falle der Tumorbeobachtung sollte diese, neben den bekannten Kriterien für den Wechsel zu einer aktiven Therapie, abhängig von der individuellen Lebensqualität des Patienten gewählt werden (Oddon et al., 2017). Somit stellen die Ergebnisse dieser Forschungen die Grundlage für die Patientenberatung und ggf. Initiierung von Unterstützung dar, um durch die Vermittlung realistischer Ergebnisse die HRQoL zu verbessern (Carlson et al., 2015a).

In dieser Dissertation wurde ausschließlich die Lebensqualität nach mikrochirurgischer Resektion von VS ausgewertet. Dennoch ist es für die Patientenberatung präoperativ unerlässlich, auch die Ergebnisse der anderen Managementstrategien zu kennen, um Ängste und Sorgen der Patienten vor einem invasiven Verfahren fundiert begegnen zu können.

Interessant für die vorliegende Forschung sind auch die Ergebnisse zum MCID. Zwar wurde der EuroQol-Fragebogen in der Studie von Carlson et al. nicht berücksichtigt, jedoch legen die Ergebnisse des ebenfalls allgemein angelegten Fragebogens SF-36 nahe, dass auch bei dem hier verwendeten Instrument zumindest die schwach signifikanten Korrelationen klinisch nicht ins Gewicht fallen könnten.

Die allgemeine gesundheitsbezogene Lebensqualität wurde in dieser Fallserie mit dem EuroQol-Fragebogen erfasst, welcher seit 1990 eingesetzt wird (EuroQol Group, 1990).

Beim Vergleich der ersten und letzten 56 Fälle, welcher die Lernkurve repräsentiert, konnte in dieser Studie kein Zusammenhang zur gesundheitsbezogenen Lebensqualität erkannt werden. Weder bezüglich des aktuellen Gesundheitszustandes noch in den einzelnen Dimensionen wurden Unterschiede aufgezeigt. Dennoch wäre es voreilig zu dem Entschluss zu kommen, dass die Lernkurve des Operateurs keinen Einfluss auf die HRQoL hat. Die Daten zeigen, dass Patienten ohne Fazialisparese eine signifikant höhere Lebensqualität aufwiesen und die Lähmung des VII. Hirnnervs mit steigender chirurgischer Erfahrung weniger häufig auftrat. Dies erlaubt den Rückschluss, dass die Lernkurve doch Einfluss auf die Lebensqualität hat. Es kann an der allgemeinen Ausrichtung des Fragebogens liegen, dass dieser Zusammenhang nicht beim Gesundheitszustand der Betroffenen und in den Dimensionen abgebildet wurde, da das Testverfahren krankheitsspezifische Unterschiede nicht erfasst (Carlson et al., 2015b). Auch in der gesichteten Literatur wird der Einfluss des Funktionsstatus des N. facialis nach chirurgischer Therapie uneinheitlich diskutiert. So wird vermutet, dass der Einfluss der Fazialisparese auf die Lebensqualität überschätzt wird, da kein Zusammenhang beobachtet werden kann (Turel et al., 2015, Cheng et al., 2009, Betchen et al., 2003, Martin et al., 2001).

Andere bestätigen die Relevanz der Fazialisfunktionsstörung unter den führenden beeinträchtigenden Symptomen, jedoch ohne Einfluss auf die HRQoL zu nehmen (Davide et al., 2006). Schlussendlich liegen zudem Daten vor, die eine schlechtere postoperative Lebensqualität durch Fazialispareesen aufzeigen (Santa Maria et al., 2019). Zwei Studien die sich ausschließlich mit der Problematik der Fazialislähmung bei VS Patienten beschäftigen, bestätigen eine Korrelation zwischen geringerer Lebensqualität und dem Funktionsverlust dieses Hirnnervens (Blom et al., 2020, Leong und Lesser, 2015).

Darüber hinaus haben die zusätzlich untersuchten Komplikationen, welche ebenfalls der Lernkurve folgten, keine Effekte auf die allgemeine Lebensqualität.

Auch hinsichtlich der Läsionen des N. cochlearis zeigten sich keine Zusammenhänge mit der Lebensqualität. In bereits durchgeführten Studien wird allerdings teilweise von einem Zusammenhang zwischen Hörverlust und einer geringeren Lebensqualität gesprochen (Windisch et al., 2021, Pruijn et al., 2021, Turel et al., 2015).

Bei den Hauptsymptomen konnte gezeigt werden, dass Personen ohne Schwindel eine höhere HRQoL aufwiesen. Dies steht im Einklang mit bereits bestehenden Daten, welche Schwindel, oder weiter gefasst vestibuläre Symptome, als einen der wichtigsten prädiktiven Faktoren mit Bezug zur Lebensqualität sehen (Santa Maria et al., 2019, Soulier et al., 2017).

Ähnlich wie bei den auditiven Symptomen wiesen Patienten mit Tinnitus nach Elimination von Störvariablen keine Korrelation mit der allgemeinen Gesundheit auf. Falls in Studien ein Zusammenhang erkannt wird, ist dieser negativ (Santa Maria et al., 2019, Baumann und Plinkert, 2017).

Wie hier und in zahlreichen Untersuchungen gezeigt, korrelierte das Alter von VS Patienten negativ mit der allgemeinen gesundheitsbezogenen Lebensqualität. Je älter eine Person ist, desto geringer ist die Lebensqualität (Turel et al., 2015, Carlson et al., 2015c). Bei der Interpretation dessen ist Vorsicht geboten, da allgemeinen Fragebögen stark von Komorbiditäten beeinflusst werden und somit auf die Allgemeinbevölkerung zutreffen und nicht spezifisch eine Erkrankung abbilden (Santa Maria et al., 2019, Carlson et al., 2015a). Die Ergebnisse der EQ-5D-Bevölkerungsreferenzdaten bestätigen diese Beobachtung, welche ebenfalls eine geringere allgemeine Gesundheit, sowie zunehmende Probleme in allen Dimensionen mit steigendem Alter aufzeigen (Szende et al., 2014). Doch zeigten die statistischen Berechnungen nur in den Dimensionen Mobilität, Selbstpflege und Alltagsaktivitäten Wechselwirkungen. Auch die Fazialisparese sowie der Schwindel haben auf die übrigen beiden Dimensionen Schmerz und Angst/Niedergeschlagenheit keinen Einfluss,

sondern lediglich auf die körper- bzw. aktivitätsbetonten Dimensionen. Folglich lassen sich die Ergebnisse dahingehend interpretieren, dass sie krankheitsspezifisch beeinflusst wurden.

Der Dissens über die Faktoren welche die Lebensqualität beeinflussen ist sicherlich zu einem gewissen Teil der Nutzung unterschiedlichster Messinstrumente in den Studien geschuldet. Außerdem ist die HRQoL individuell, vom soziokulturellen Hintergrund abhängig und bildet eine Momentaufnahme ab, womit die unterschiedlichen Ergebnisse erklärbar werden (Turel et al., 2015).

## **6.4 Schlussfolgerung und Ausblick**

In Übereinstimmung diverser Autoren mit den Ergebnissen dieser Serie kann man schlussendlich sagen, dass im Wesentlichen der funktionelle Erhalt des N. facialis einer Lernkurve folgt (Moffat et al., 2014, Wang et al., 2013, Elsmore und Mendoza, 2002, Welling et al., 1999). Die Hörfunktion korreliert hingegen mit der Tumorgröße. Je mehr Volumen das VS aufweist, desto geringer ist das postoperative auditive Vermögen. Beeinflusst werden die Resultate auch von anderen Faktoren wie der Tumorlokalisation (Youssef et al., 2013, Kutz et al., 2012). Die Lernkurve kann steiler verlaufen und weniger variabel sein, wenn die Operationstechnik und der –zugang beibehalten werden (Saliba et al., 2019, Wang et al., 2013, Moffat et al., 1996). Hervorzuheben ist, dass das chirurgische Vorgehen gewählt werden sollte, mit welchem der Operateur vertraut ist und welches er optimieren kann. Nur dann ist eine Lernkurve zu erwarten und bessere Ergebnisse können erzielt werden (Vittorio und Francesco, 2003, Moffat et al., 1996, Sugita und Kobayashi, 1982). Diese Erkenntnisse spiegeln sich in der hier durchgeführten Studie wider, bei der alle VS-Resektionen über eine subokzipitale Kraniotomie in Rückenlage durchgeführt wurden.

Wie in der Diskussion verdeutlicht, herrscht in der Forschungslandschaft Uneinigkeit bezüglich der Auswirkungen des Therapieregimes, der Symptome und der postoperativen Komplikationen auf die Lebensqualität von Patienten mit VS.

Einigkeit hingegen besteht darin, dass VS zu einer geringeren QoL führen. Somit sollte die HRQoL als fester Bestandteil präoperativer Beratung und postoperativer Nachsorge erfasst werden, um den Patienten ein realistisches Bild ihrer Erkrankung zu vermitteln und um eine zusätzliche Grundlage für therapeutisches Handeln zu haben. Eine Möglichkeit dies klinisch zu integrieren sind Patient Reported Outcomes, welche nicht nur das Symptommanagement und die Arzt-Patienten-Kommunikation verbessern, sondern sich auch positiv auf die

Patientenzufriedenheit und die Lebensqualität auswirken. Letztendlich könnten sie, breit eingesetzt, zudem ein Maß für die Versorgungsqualität darstellen (Gilbert et al., 2015).

## 6.5 Limitationen

Es ist dem retrospektives Studiendesign geschuldet, dass teilweise Werte in den Datensätze fehlen und somit eine Verzerrung der Ergebnisse nicht ausgeschlossen werden kann.

Auch ist der Effekt der Lernkurve nicht unbedingt übertragbar, da sie an den einen Chirurgen dieser Fallserie geknüpft ist. Trotz allem kann eine gewisse Gültigkeit angenommen werden, da ähnliche Cut-off-Werte bezüglich der Anzahl von Fällen bis zum Erreichen eines zufriedenstellenden Ergebnisses in anderen Studien ebenfalls beschrieben werden (Wang et al., 2013, Moffat et al., 1996, Buchmann et al., 1996).

Es liegen keine Daten zur Lebensqualität vor Therapiebeginn vor. Dadurch kann keine Aussage getroffen werden, wie sich diese nach abgeschlossener Therapie im Zeitverlauf entwickelt. Es gibt jedoch Hinweise, dass sich die HRQoL schon ab dem Zeitpunkt der Diagnosemitteilung deutlich verschlechtert (Rosahl et al., 2017, Broomfield und O'Donoghue, 2016, Gilbert et al., 2015, Carlson et al., 2015a). Ebenfalls wird von einer Verbesserung der allgemeinen Lebensqualität und des Gesundheitszustandes postoperativ berichtet (Broomfield et al., 2017). Wünschenswert sind somit prospektive, randomisierte Studien. Der Versuch einer Randomisierung wird bei diesem seltenen Krankheitsbild als erschwert bis unmöglich in einer akzeptablen Fallzahl beschrieben, da die Betroffenen nicht bereit sind, die Therapie dem Zufall zu überlassen (Carlson et al., 2015a, Di Maio und Akagami, 2009).

Der Euro-Qol Fragebogen wurde von einer multidisziplinären Gruppe europäischer Forscher mit dem Ziel entwickelt, standardisierte Ergebnisse zu erzielen, die auch Vergleiche zwischen den beteiligten Ländern ermöglichen. Dieses Instrument kann eine Ergänzung zu anderen, bereits etablierten Formen der HRQoL-Einschätzung darstellen (EuroQol Group, 1990). In den meisten Studien zur Lebensqualität bei VS-Patienten wird als allgemeiner Fragebogen der SF-36 eingesetzt. Ein krankheitsspezifisches Instrument ist der PANQOL, welcher 2010 in Amerika entwickelt und validiert wurde. Hier gibt es ebenfalls die Empfehlung ihn zusätzlich einzusetzen, um das ganze Spektrum einer Erkrankung zu erfassen (Shaffer et al., 2010). Zudem ist seit 2017 auch eine deutschsprachige Version verfügbar (Kristin et al., 2017). In dieser Fallserie wurde allein der EuroQol-Fragebogen eingesetzt und nach derzeitigem Wissensstand zudem erstmalig im Kontext von VS, sodass ein Vergleich zu anderen Populationen nicht möglich war. Der PANQOL war zum Zeitpunkt der Datenerhebung noch nicht im

deutschsprachigen Raum verfügbar. Es bleibt davon auszugehen, dass ein krankheitsspezifisches Instrument mit erhöhter Wahrscheinlichkeit sensibler auf Veränderungen reagiert und somit ggf. einen direkten Effekt auf die Lernkurve gezeigt hätte. Ein Vergleich zwischen den ersten und letzten 56 Fällen innerhalb des Datensatzes war dennoch über die Komplikationen hinweg möglich, sodass dieser Studie eine gewisse Aussagekraft zugeschrieben werden kann.

## 7 Zusammenfassung

---

Die Ziele der mikrochirurgischen Resektion eines VS bestehen, neben einer guten onkologischen Kontrolle, im Erhalt der neurologischen Funktionen und der Lebensqualität. Das operative Verfahren stellt eine technische Herausforderung für Nachwuchschirurgen dar.

Mit dieser Arbeit soll anhand der Komplikationen und der postoperativen HRQoL von VS-Operationen die Lernkurve eines jungen Neurochirurgen Darstellung finden und quantifiziert werden.

Hierfür wurden alle von einem Operateur durchgeführten VS-Resektionen von Oktober 2006 bis Juni 2015 retrospektiv ausgewertet und die postoperative Lebensqualität der Patienten per Telefoninterview auf der Grundlage des EuroQoL-Fragebogens erfasst. Es erfolgte eine Einteilung in zwei Gruppen von je 56 Fällen zur Untersuchung und Darstellung einer Lernkurve.

38,4 % gehörten dem männlichen, 61,6 % dem weiblichen Geschlecht an. Das Durchschnittsalter zum OP-Zeitpunkt betrug 55 Jahre. Eine vorhergehende Therapie im Sinne einer Bestrahlung oder Operation wurde in 12,5 % der Fälle festgestellt. Gemäß der Hannover Klassifikation entsprach die Tumorausdehnung bei 8 % T1, 14,3 % T2, 33,1 % T3 und bei 40,2 % T4. Dabei waren T3-Tumoren in den ersten und T4-Tumoren in den letzten 56 Fällen jeweils häufiger vertreten. Eine komplette Tumorentfernung konnte bei 69,6 % erreicht werden. Bei 28,6 % wurde postoperativ ein Tumorrest dokumentiert. Das Resektionsausmaß war in beiden Gruppen gleich verteilt.

Eine neu aufgetretene Lähmung des N. facialis nach OP betraf 29 Patienten (25,9 %). 53,8 % der Fazialisläsionen traten innerhalb der ersten 40 VS-Resektionen auf.

Der postoperative Erhalt der Hörfunktion lag bei 62,5 %. Ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen, welcher die Lernkurve repräsentieren soll, war nicht gegeben. Allerdings zeigte sich in der Untersuchung eine Tendenz zu schlechterem Hörvermögen mit zunehmender Tumorausdehnung.

An weiteren Komplikationen litten neun Patienten (8 %). Die Rate der gesamten Komplikationen verbesserte sich signifikant in Gruppe 2, ergo in den letzten 56 Fällen.

Die gesundheitsbezogene Lebensqualität zeigte im Vergleich der beiden Gruppen keine Unterschiede, weder beim allgemeinen Gesundheitszustand, noch in den einzelnen Dimensionen Mobilität, Selbstpflege, Alltagsaktivitäten, Schmerz und

Angst/Niedergeschlagenheit. Patienten mit höherem Alter wiesen eine geringere QoL auf, mit Einschränkungen in den Unterpunkten Mobilität, Selbstpflege und Alltagsaktivitäten. Das neben dem einseitigen Hörverlust in dieser Kohorte vorherrschende Symptom Schwindel beeinflusste zudem den Gesundheitszustand. Personen ohne diese Beschwerde erfreuten sich einer besseren HRQoL.

Unter den Komplikationen hatte einzig die Affektion des N. facialis einen negativen Einfluss auf das Wohlbefinden.

Schlussendlich kann eine Lernkurve aufgezeigt werden. Die Schonung des N. facialis korreliert positiv und das Auftreten postoperativer Liquorfisteln negativ mit der Erfahrung des Chirurgen. Bezüglich des Hörvermögens kann tendenziell eher eine Assoziation zur Tumorgröße hergestellt werden, als zu den operativen Fähigkeiten. Je größer der Tumor ist, desto wahrscheinlicher kommt es zu einer Minderung der auditiven Funktion nach dem Eingriff.

Die postoperative Lebensqualität zeigt keinen direkten Zusammenhang mit der Lernkurve. Allerdings kann eine indirekte Verbindung zum Wohlbefinden der Patienten über die Fazialisläsionen hergestellt werden, da sich Lähmungen ungünstig auf die HRQoL auswirken und jene mit zunehmender Erfahrung des Operateurs abnehmen.

Diese Studie bestätigt letztendlich, dass die mikrochirurgische Resektion von Vestibularisschwannomen erlernbar ist und somit als Ziel junger Nachwuchs-Neurochirurgen formuliert werden kann.

## 8 Literaturverzeichnis

---

- Abboud, T., Regelsberger, J., Matschke, J., Jowett, N., Westphal, M., Dalchow, C. (2016). Long-term vestibulocochlear functional outcome following retro-sigmoid approach to resection of vestibular schwannoma. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, 273(3), 719–725. <https://doi.org/10.1007/s00405-015-3561-5>
- Amano, M., Kohno, M., Nagata, O., Taniguchi, M., Sora, S., Sato, H. (2011). Intraoperative continuous monitoring of evoked facial nerve electromyograms in acoustic neuroma surgery. *Acta Neurochirurgica*, 153(5), 1059–1067. <https://doi.org/10.1007/s00701-010-0937-6>
- Babu, R., Sharma, R., Bagley, J.H., Hatef, J., Friedman, A.H., Adamson, C. (2013). Vestibular schwannomas in the modern era: epidemiology, treatment trends, and disparities in management: Clinical article. *Journal of Neurosurgery*, 119(1), 121–130. <https://doi.org/10.3171/2013.1.JNS121370>
- Baumann, I., Plinkert, P.K. (2017). Lebensqualität von Patienten mit Vestibularisschwannom. *HNO*, 65(9), 719–723. <https://doi.org/10.1007/s00106-017-0371-7>
- Berkowitz, O., Han, Y.-Y., Talbott, E.O., Iyer, A.K., Kano, H., Kondziolka, D., Brown, M.A., Lunsford, L.D. (2017). Gamma Knife Radiosurgery for Vestibular Schwannomas and Quality of Life Evaluation. *Stereotactic and Functional Neurosurgery*, 95(3), 166–173. <https://doi.org/10.1159/000472156>
- Betchen, S.A., Walsh, J., Post, K.D. (2003). Self-assessed quality of life after acoustic neuroma surgery. *Journal of Neurosurgery*, 99(5), 818–823. <https://doi.org/10.3171/jns.2003.99.5.0818>
- Blom, S.S.A.H., Aarts, H., Wever, C.C., Kunst, H.P.M., Semin, G.R. (2020). Quality of life, social function, emotion, and facial paresis in Dutch vestibular schwannoma patients. *Laryngoscope Investigative Otolaryngology*, 5(3), 477–484. <https://doi.org/10.1002/lio2.371>
- Broomfield, S.J., O’Donoghue, G.M. (2016). Self-reported symptoms and patient experience: A British Acoustic Neuroma Association survey. *British Journal of Neurosurgery*, 30(3), 294–301. <https://doi.org/10.3109/02688697.2015.1071323>
- Broomfield, S.J., Mandavia, A.K., Nicholson, J.S., Mahmoud, O., King, A.T., Rutherford, S.A., Ramsden, R.T. (2017). Long-term Quality of Life Following Vestibular Schwannoma Excision Via the Translabyrinthine Approach. *Otology & Neurotology*, 38(8), 1165–1173. <https://doi.org/10.1097/MAO.0000000000001507>
- Buchmann, C.A.M., Chen, D.A.M., Flannagan, P.M., Wilberger, J.E.M., Maroon, J.C.M. (1996). The Learning Curve for Acoustic Tumor Surgery. *Laryngoscope*, 106(11), 1406–1411. <https://doi.org/10.1097/00005537-199611000-00019>
- Carlson, M.L., Tveiten, O.V., Driscoll, C.L., Goplen, F.K., Neff, B.A., Pollock, B.E., Tombers, N.M., Castner, M.L., Finnkirk, M.K., Myrseth, E. (2015a). Long-term quality of

life in patients with vestibular schwannoma: an international multicenter cross-sectional study comparing microsurgery, stereotactic radiosurgery, observation, and nontumor controls. *Journal of Neurosurgery*, 122(4), 833–842. <https://doi.org/10.3171/2014.11.JNS14594>

Carlson, M.L., Tveiten, Ø.V., Yost, K.J., Lohse, C.M., Lund-Johansen, M., Link, M.J. (2015b). The Minimal Clinically Important Difference in Vestibular Schwannoma Quality-of-Life Assessment: An Important Step beyond  $P < .05$ . *Otolaryngology - Head & Neck Surgery*, 153(2), 202–208. <https://doi.org/10.1177/0194599815585508>

Carlson, M.L., Tveiten, Ø.V., Driscoll, C.L., Goplen, F.K., Neff, B.A., Pollock, B.E., Tombers, N.M., Lund-Johansen, M., Link, M.J. (2015c). What drives quality of life in patients with sporadic vestibular schwannoma?: Quality of Life in Vestibular Schwannoma. *The Laryngoscope*, 125(7), 1697–1702. <https://doi.org/10.1002/lary.25110>

Carlson, M.L., Yost, K.J. (2019). Quality-of-Life Outcomes in Sporadic Vestibular Schwannoma. In Carlson, M.L., Link, M.J., Driscoll, C.L.W., Neff, B.A., Van Gompel, J.J., Flemming, K.D., Lane, J.I., Shepard, N.T., Foote, R.L. (Eds.), *Comprehensive Management of Vestibular Schwannoma* (1<sup>st</sup> ed., p. 405). Georg Thieme Verlag KG. <https://doi.org/10.1055/b-006-164732>

Cheng, S., Naidoo, Y., da Cruz, M., Dexter, M. (2009). Quality of life in postoperative vestibular schwannoma patients. *The Laryngoscope*, 119(11), 2252–2257. <https://doi.org/10.1002/lary.20217>

Chweya, C.M., Tombers, N.M., Lohse, C.M., Link, M.J., Carlson, M.L. (2021). Disease-Specific Quality of Life in Vestibular Schwannoma: A National Cross-sectional Study Comparing Microsurgery, Radiosurgery, and Observation. *Otolaryngology - Head & Neck Surgery*, 164(3), 639–644. <https://doi.org/10.1177/0194599820941012>

Davide, T., Annalisa, M., Annalisa, A., Ezio, D.A., Carlo, B., Maurizio, F., Mario, S. (2006). Quality of Life After Acoustic Neuroma Surgery. *Otology & Neurotology*, 27(3), 403–409. <https://doi.org/10.1097/00129492-200604000-00018>

Di Maio, S., Akagami, R. (2009). Prospective comparison of quality of life before and after observation, radiation, or surgery for vestibular schwannomas: Clinical article. *Journal of Neurosurgery*, 111(4), 855–862. <https://doi.org/10.3171/2008.10.JNS081014>

Dowling, E.M., Patel, N.S., Lohse, C.M., Driscoll, C.L.W., Neff, B.A., Van Gompel, J.J., Link, M.J., Carlson, M.L. (2019). Durability of Hearing Preservation Following Microsurgical Resection of Vestibular Schwannoma. *Otology & Neurotology*, 40(10), 1363–1372. <https://doi.org/10.1097/MAO.0000000000002378>

Ebner, F.H., Tatagiba, M. (2019). Vestibularisschwannome – ein Update zu Krankheitsbild und mikrochirurgischer Behandlung. *Der Nervenarzt*, 90(6), 578–586. <https://doi.org/10.1007/s00115-019-0721-7>

Eckey, H.-F., Türck, M. (2006). Statistische Signifikanz (p-Wert). *WiST - Wissenschaftliches Studium*, 35, 415–418. <https://doi.org/10.15358/0340-1650-2006-7-415>

Elsmore, A.J., Mendoza, N.D. (2002). The operative learning curve for vestibular schwannoma excision via the retrosigmoid approach. *British Journal of Neurosurgery*, 16(5), 448–455. <https://doi.org/10.1080/0268869021000030249>

- EuroQol Group (1990). EuroQol - a new facility for the measurement of health-related quality of life. *Health Policy*, 16(3), 199–208. [https://doi.org/10.1016/0168-8510\(90\)90421-9](https://doi.org/10.1016/0168-8510(90)90421-9)
- Fenton, John E., Chin, R. Y., Fagan, P. A., Sterkers, O., Sterkers, J. M. (2002). Predictive Factors of Long-term Facial Nerve Function after Vestibular Schwannoma Surgery. *Otology & Neurotology*, 23(3), 388–392. <https://doi.org/10.1097/00129492-200205000-00027>
- Gal, T.J., Shinn, J., Huang, B. (2010). Current epidemiology and management trends in acoustic neuroma. *Otolaryngology - Head & Neck Surgery*, 142(5), 677–681. <https://doi.org/10.1016/j.otohns.2010.01.037>
- Gilbert, A., Sebag-Montefiore, D., Davidson, S., Velikova, G. (2015). Use of patient-reported outcomes to measure symptoms and health related quality of life in the clinic. *Gynecologic Oncology*, 136(3), 429–439. <https://doi.org/10.1016/j.ygyno.2014.11.071>
- Grady, M.S., Bedford, R.F., Park, T.S. (1986). Changes in superior sagittal sinus pressure in children with head elevation, jugular venous compression, and PEEP. *Journal of Neurosurgery*, 65(2), 199–202. <https://doi.org/10.3171/jns.1986.65.2.0199>
- Hassepass, F., Bulla, S.B., Aschendorff, A., Maier, W. (2012). Vestibularissschwannom: Teil I: Epidemiologie und Diagnostik. *HNO*, 60(9), 837–846. <https://doi.org/10.1007/s00106-012-2533-y>
- IBM Corp. (2021). *IBM SPSS Statistics for Windows (Version 28.0)* [Computer software]. Armonk, NY: IBM Corp. <https://www.ibm.com/de-de/>
- Isaacson, Brandon, Paul, K., Hussam, E.-K. (2003). Intraoperative Monitoring and Facial Nerve Outcomes after Vestibular Schwannoma Resection. *Otology & Neurotology*, 24(5), 812–817. <https://doi.org/10.1097/00129492-200309000-00020>
- Karimi, M., Brazier, J. (2016). Health, Health-Related Quality of Life, and Quality of Life: What is the Difference? *PharmacoEconomics*, 34(7), 645–649. <https://doi.org/10.1007/s40273-016-0389-9>
- Kaschke, O. (2017). Diagnostik und Behandlung des Vestibularissschwannoms. *HNO Nachrichten*, 47(4), 34–42. <https://doi.org/10.1007/s00060-017-5370-5>
- Kirschbaum, C. von, Gürkov, R. (2016). Audiovestibular Function Deficits in Vestibular Schwannoma. *BioMed Research International*, 2016, 1–9. <https://doi.org/10.1155/2016/4980562>
- Kleijwegt, M., Ho, V., Visser, O., Godefroy, W., van der Mey, A. (2016). Real Incidence of Vestibular Schwannoma? Estimations From a National Registry. *Otology & Neurotology*, 37(9), 1411–1417. <https://doi.org/10.1097/MAO.0000000000001169>
- Kristin, J., Glaas, M.F., Stenin, I., Albrecht, A., Klenzner, T., Schipper, J., Eysel-Gosepath, K. (2017). Multistep translation and cultural adaptation of the Penn acoustic neuroma quality-of-life scale for German-speaking patients. *Acta Neurochirurgica*, 159(11), 2161–2168. <https://doi.org/10.1007/s00701-017-3304-z>
- Kutz, J.W., Scoresby, T., Isaacson, B., Mickey, B.E., Madden, C.J., Barnett, S.L., Coimbra, C., Hynan, L.S., Roland, P.S. (2012). Hearing Preservation Using the Middle Fossa Approach

for the Treatment of Vestibular Schwannoma. *Neurosurgery*, 70(2), 334–341.  
<https://doi.org/10.1227/NEU.0b013e31823110f1>

Leong, S.C., Lesser, T.H. (2015). A National Survey of Facial Paralysis on the Quality of Life of Patients with Acoustic Neuroma. *Otology & Neurotology*, 36(3), 503–509.  
<https://doi.org/10.1097/MAO.0000000000000428>

Liu, S., Jiang, W., Zhang, H., Li, X., Wan, X., Emmanuel, B., Shu, K., Chen, J., Chen, J., Lei, T. (2015). Intraoperative neuromonitoring for removal of large vestibular schwannoma: Facial nerve outcome and predictive factors. *Clinical Neurology and Neurosurgery*, 133, 83–89.  
<https://doi.org/10.1016/j.clineuro.2015.03.016>

Lodder, W.L., van der Laan, B.F.A.M., Lesser, T.H., Leong, S.C. (2018). The impact of acoustic neuroma on long-term quality-of-life outcomes in the United Kingdom. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, 275(3), 709–717. <https://doi.org/10.1007/s00405-018-4864-0>

Razali, N. M., Wah, Y. B. (2011). Power comparison of shapiro-wilk, kolmogorov-smirnov, liliefors and anderson-darling tests. *Journal of Statistical Modeling and Analytics*, 1(2), 21–33.

Mangham, C.A. (2004). Retrosigmoid versus middle fossa surgery for small vestibular schwannomas. *Laryngoscope*, 114(8), 1455–1461. <https://doi.org/10.1097/00005537-200408000-00026>

Marinelli, J.P., Lohse, C.M., Carlson, M.L. (2018). Incidence of Vestibular Schwannoma over the Past Half-Century: A Population-Based Study of Olmsted County, Minnesota. *Otolaryngology - Head & Neck Surgery*, 159(4), 717-723.  
<https://doi.org/10.1177/0194599818770629>

Martin, H.C., Sethi, J., Lang, D., Neil-Dwyer, G., Lutman, M.E., Yardley, L. (2001). Patient-assessed outcomes after excision of acoustic neuroma: postoperative symptoms and quality of life. *Journal of Neurosurgery*, 94(2), 211–216. <https://doi.org/10.3171/jns.2001.94.2.0211>

Miller, L.E., Brant, J.A., Naples, J.G., Bigelow, D.C., Lee, J.Y.K., Ruckenstein, M.J. (2020). Quality of Life in Vestibular Schwannoma Patients: A Longitudinal Study. *Otology & Neurotology*, 41(2), 256–261. <https://doi.org/10.1097/MAO.00000000000002445>

Moffat, D.A., Hardy, D.G., Grey, P.L., Baguley, D.M. (1996). The Operative Learning Curve and Its Effect on Facial Nerve Outcome in Vestibular Schwannoma Surgery. *American Journal of Otology*, 17(4), 643–647.

Moffat, D.A., Parker, R.A., Hardy, D.G., Macfarlane, R. (2014). Factors affecting final facial nerve outcome following vestibular schwannoma surgery. *The Journal of Laryngology & Otology*, 128(5), 406–415. <https://doi.org/10.1017/S0022215114000541>

Nonaka, Y., Fukushima, T., Watanabe, K., Friedman, A.H., Sampson, J.H., Mcelveen, J.T., Cunningham, C.D., Zomorodi, A.R. (2013). Contemporary Surgical Management of Vestibular Schwannomas: Analysis of Complications and Lessons Learned Over the Past Decade. *Operative Neurosurgery*, 72(2), 103–115.  
<https://doi.org/10.1227/NEU.0b013e3182752b05>

Oh, T., Nagasawa, D.T., Fong, B.M., Trang, A., Gopen, Q., Parsa, A.T., Yang, I. (2012). Intraoperative neuromonitoring techniques in the surgical management of acoustic neuromas. *Neurosurgical Focus*, 33(3), E6. <https://doi.org/10.3171/2012.6.FOCUS12194>

Oddon, P.A., Montava, M., Salburgo, F., Collin, M., Vercasson, C., Lavielle, J.P. (2017). Conservative treatment of vestibular schwannoma: growth and Penn Acoustic Neuroma Quality of Life scale in French language. *ACTA Otorhinolaryngologica Italica*, 37(4), 320-327. <https://doi.org/10.14639/0392-100X-1094>

Pruijn, I.M.J., Kievit, W., Hentschel, M.A., Mulder, J.J.S., Kunst, H.P.M. (2021). What determines quality of life in patients with vestibular schwannoma? *Clinical Otolaryngology*, 46(2), 412–420. <https://doi.org/10.1111/coa.13691>

Rabelo de Freitas, M., Russo, A., Sequino, G., Piccirillo, E., Sanna, M. (2012). Analysis of Hearing Preservation and Facial Nerve Function for Patients Undergoing Vestibular Schwannoma Surgery: The Middle Cranial Fossa Approach versus the Retrosigmoid Approach – Personal Experience and Literature Review. *Audiology and Neurotology*, 17(2), 71–81. <https://doi.org/10.1159/000329362>

Reitzen, S.D., Babb, J.S., Lalwani, A.K. (2009). Significance and reliability of the House-Brackmann grading system for regional facial nerve function. *Otolaryngology - Head & Neck Surgery*, 140(2), 154–158. <https://doi.org/10.1016/j.otohns.2008.11.021>

Reznitsky, M., Petersen, M.M.B.S., West, N., Stangerup, S.-E., Cayé-Thomasen, P. (2019). Epidemiology Of Vestibular Schwannomas – Prospective 40-Year Data From An Unselected National Cohort. *Clinical Epidemiology*, 8(11), 981–986. <https://doi.org/10.2147/CLEP.S218670>

Robinett, Z.N., Walz, P.C., Miles-Markley, B., Moberly, A.C., Welling, D.B. (2014). Comparison of Long-term Quality-of-Life Outcomes in Vestibular Schwannoma Patients. *Otolaryngology - Head & Neck Surgery*, 150(6), 1024–1032. <https://doi.org/10.1177/0194599814524531>

Rosahl, S., Bohr, C., Lell, M., Hamm, K., Iro, H. (2017). Diagnostics and therapy of vestibular schwannomas – an interdisciplinary challenge. *GMS Curr Top Otorhinolaryngol Head Neck Surg*, 16(18), Doc03. <https://doi.org/10.3205/cto000142>

Roser, F., Tatagiba, M.S. (2010). The first 50s: can we achieve acceptable results in vestibular schwannoma surgery from the beginning? *Acta Neurochirurgica*, 152(8), 1359–1365. <https://doi.org/10.1007/s00701-010-0672-z>

Saliba, J., Friedman, R., Cueva, R. (2019). Hearing Preservation in Vestibular Schwannoma Surgery. *Journal of Neurological Surgery*, 80(2), 149–155. <https://doi.org/10.1055/s-0038-1677550>

Samii, M., Matthies, C. (1997a). Management of 1000 Vestibular Schwannomas (Acoustic Neuromas): Hearing Function in 1000 Tumor Resections. *Neurosurgery*, 40(1), 248–262.

Samii, M., Matthies, C. (1997b). Management of 1000 Vestibular Schwannomas (Acoustic Neuromas): The Facial Nerve-Preservation and Restitution of Function. *Neurosurgery* 40(4), 684–695. <https://doi.org/10.1097/00006123-199704000-00006>

Santa Maria, C., Santa Maria, P.L., Bulsara, V., Jayawardena, J., Caldwell, J.D., Png, L.H., Atlas, M.D. (2019). Long-term quality of life in patients with vestibular schwannoma managed with microsurgery. *The Journal of Laryngology & Otology*, *133*(11), 953–959. <https://doi.org/10.1017/S0022215119002172>

Shaffer, B.T., Cohen, M.S., Bigelow, D.C., Ruckenstein, M.J. (2010). Validation of a disease-specific quality-of-life instrument for acoustic neuroma: The Penn Acoustic Neuroma Quality-of-Life Scale. *The Laryngoscope*, *120*(8), 1646–1654. <https://doi.org/10.1002/lary.20988>

Sharp, M., MacFarlane, R., Hardy, D., Jones, S., Baguley, D., Moffat, D. (2005). Team working to improve outcome in vestibular schwannoma surgery. *British Journal of Neurosurgery*, *19*(2), 122–127. <https://doi.org/10.1080/02688690500145480>

Soulier, G., van Leeuwen, B.M., Putter, H., Jansen, J.C., Malessy, M.J.A., van Benthem, P.P.G., van der Mey, A.G.L., Stiggelbout, A.M. (2017). Quality of Life in 807 Patients with Vestibular Schwannoma: Comparing Treatment Modalities. *Otolaryngology - Head & Neck Surgery*, *157*(1), 92–98. <https://doi.org/10.1177/0194599817695800>

Stangerup, S.-E., Tos, M., Thomsen, J., Caye-Thomasen, P. (2010). True Incidence of Vestibular Schwannoma? *Neurosurgery*, *67*(5), 1335–1340. <https://doi.org/10.1227/NEU.0b013e3181f22660>

Starnoni, D., Giammattei, L., Cossu, G., Link, M.J., Roche, P.-H., Chacko, A.G., Ohata, K., Samii, M., Suri, A., Bruneau, M., et al. (2020). Surgical management for large vestibular schwannomas: a systematic review, meta-analysis, and consensus statement on behalf of the EANS skull base section. *Acta Neurochirurgica*, *162*(11), 2595–2617. <https://doi.org/10.1007/s00701-020-04491-7>

Sugita, K., Kobayashi, S. (1982). Technical and instrumental improvements in the surgical treatment of acoustic neurinomas. *Journal of Neurosurgery*, *57*(6), 747–752. <https://doi.org/10.3171/jns.1982.57.6.0747>

Sugita, K., Kobayashi, S., Mutsuga, N., Suzuki, Y., Mizutani, T., Shibuya, M., Kageyama, N., Tanahashi, T. (1979). Microsurgery for Acoustic Neurinoma—Lateral Position and Preservation of Facial and Cochlear Nerves. *Neurologia Medico-Chirurgica*, *19*(7), 637–641. <https://doi.org/10.2176/nmc.19.637>

Szende, A., Janssen, B., Cabases, J. (2014). *Self-Reported Population Health: An International Perspective based on EQ-5D* (1<sup>st</sup> ed.). Springer Dordrecht. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-7596-1>

Tatagiba, M., Roser, F., Schuhmann, M.U., Ebner, F.H. (2014). Vestibular schwannoma surgery via the retrosigmoid transmeatal approach. *Acta Neurochirurgica*, *156*(2), 421–425. <https://doi.org/10.1007/s00701-013-1915-6>

Timmer, F.C.A., van Haren, A.E.P., Mulder, J.J.S., Hanssens, P.E.J., van Overbeeke, J.J., Cremers, C.W.R.J., Graamans, K. (2010). Quality of life after gamma knife radiosurgery treatment in patients with a vestibular schwannoma: the patient's perspective. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, *267*(6), 867–873. <https://doi.org/10.1007/s00405-009-1140-3>

Tindall, G.T., Craddock, A., Greenfield, J.C. (1967). Effects of the Sitting Position on Blood Flow in the Internal Carotid Artery of Man During General Anesthesia. *Journal of Neurosurgery*, 26(4), 383–389. <https://doi.org/10.3171/jns.1967.26.4.0383>

Turel, M.K., Thakar, S., Rajshekhar, V. (2015). Quality of life following surgery for large and giant vestibular schwannomas: a prospective study. *Journal of Neurosurgery*, 122, 303–311. <https://doi.org/10.3171/2014.10.JNS14534>

Vittorio, C., Francesco, F. (2003). Middle Fossa Versus Retrosigmoid-Transmeatal Approach in Vestibular Schwannoma Surgery: A Prospective Study. *Otology & Neurotology*, 24(6), 927–934. <https://doi.org/10.1097/00129492-200311000-00018>

Wagner, J.N., Glaser, M., Wowra, B., Muacevic, A., Goldbrunner, R., Cnyrim, C., Tonn, J.-C., Strupp, M. (2011). Vestibular function and quality of life in vestibular schwannoma: does size matter? *Frontiers Neurology*, 2, 55. <https://doi.org/10.3389/fneur.2011.00055>

Wang, A.Y., Wang, J.T., Dexter, M. (2013). The Vestibular Schwannoma Surgery Learning Curve Mapped by the Cumulative Summation Test for Learning Curve. *Otology & Neurotology*, 34(8), 1469–1475. <https://doi.org/10.1097/MAO.0b013e31829bfc54>

Welling, D.B., Slater, P.W., Thomas, R.D., McGregor, J.M., Goodman, J.E. (1999). The Learning Curve in Vestibular Schwannoma Surgery. *American Journal of Otology*, 20(5), 644–648.

Windisch, P., Tonn, J.-C., Fürweger, C., Ehret, F., Wowra, B., Kufeld, M., Schichor, C., Muacevic, A. (2021). Longitudinal Changes of Quality of Life and Hearing Following Radiosurgery for Vestibular Schwannoma. *Cancers*, 13(6), 1315. <https://doi.org/10.3390/cancers13061315>

Yokoh, A., Kobayashi, S., Tanaka, Y., Gibo, H., Sugita, K. (1993). Preservation of cochlear nerve function in acoustic neurinoma surgery. *Acta Neurochirurgica* (123), 8–13. <https://doi.org/10.1007/BF01476279>

You, Y.-P., Zhang, J.-X., Lu, A.-L., Liu, N. (2013). Vestibular Schwannoma Surgical Treatment. *CNS Neuroscience & Therapeutics*, 19(5), 289–293. <https://doi.org/10.1111/cns.12080>

Youssef, T.F., Matter, A., Ahmed, M.R. (2013). Surgical management of vestibular schwannoma: attempted preservation of hearing and facial function. *The Journal of Laryngology & Otology*, 127(5), 473–478. <https://doi.org/10.1017/S0022215113000546>

## 9 Tabellenverzeichnis

---

<b>Tabelle 1: OP-Dauer in Minuten nach Tumorausdehnung .....</b>	<b>12</b>
<b>Tabelle 2: Tinnitus und allgemeiner Gesundheitszustand .....</b>	<b>22</b>
<b>Tabelle 3: Fazialisparese und allgemeiner Gesundheitszustand .....</b>	<b>22</b>

## 10 Abbildungsverzeichnis

---

Abbildung 1: Balkendiagramm Verteilung Tumorausdehnung gesamte Kohorte .....	10
Abbildung 2: Balkendiagramm Verteilung Tumorausdehnung Gruppe 1 und 2 .....	10
Abbildung 3: Balkendiagramm Verteilung Resektionsausmaß Gruppe 1 und 2 .....	11
Abbildung 4: Balkendiagramm postop. Fazialisfunktion nach HB in Gruppe 1 und 2..	13
Abbildung 5: Tumorausdehnung und gehörlose Patienten präoperativ .....	14
Abbildung 6: Boxplott-Darstellung Gruppenunterschied aktueller Gesundheitszustand .....	15
Abbildung 7: Balkendiagramm Gruppenunterschied Mobilität.....	16
Abbildung 8: Balkendiagramm Gruppenunterschied Selbstpflege .....	17
Abbildung 9: Balkendiagramm Gruppenunterschied Alltagsaktivitäten .....	18
Abbildung 10: Balkendiagramm Gruppenunterschied Schmerz.....	19
Abbildung 11: Balkendiagramm Gruppenunterschied Angst/Niedergeschlagenheit .....	20
Abbildung 12: Balkendiagramm Schwindel und allgemeiner Gesundheitszustand.....	21

# 11 Anhang

---

## 11.1 EuroQol-Fragebogen

1. Beweglichkeit/Mobilität: Keine Probleme herumzugehen	1
Einige Probleme herumzugehen	2
Ans Bett gebunden	3
2. Für sich selbst sorgen: Keine Probleme	1
Einige Probleme (waschen, anziehen)	2
Selbstständig nicht möglich (waschen, anziehen)	3
3. Allgemeine Tätigkeiten (Arbeit, Haushalt, Freizeit etc.): Keine Probleme	1
Einige Probleme	2
Nicht Möglich	3
4. Schmerzen/ körperliche Beschwerden: Keine	1
Mäßige	2
Extreme	3
5. Angst/ Niedergeschlagenheit: Nicht ängstlich/ deprimiert	1
Mäßig ängstlich/ deprimiert	2
Extrem ängstlich/ deprimiert	3
6. Gesundheitszustand im Vergleich zum letzten Jahr: Besser	1
Gleich	2
Schlechter	3
7. Heutiger Gesundheitszustand auf einer Skala von 0 – 100 (0: schlechtester, 100: bester):	

# Danksagung

---

Besonders Herrn Prof. Dr. med. Ehab Shiban danke ich für die Begleitung meiner Arbeit.

Mein Dank gilt außerdem Prof. Dr. med. Jens Lehmborg für die Bereitstellung des Themas und Herrn Univ.-Prof. Dr. med. Bernhard Meyer für die Möglichkeit in der Klinik und Poliklinik für Neurochirurgie des Klinikums rechts der Isar an meiner Dissertation arbeiten zu können.

Für meine Nachfragen hatte Herr PD Dr. med. Arthur Wagner immer ein offenes Ohr und für die Umsetzung der Dissertation hilfreiche Vorschläge.

Von ganzem Herzen danke ich meiner Familie Patrick, Alma und Caspar für ihre Geduld und Unterstützung.

Nicht vergessen möchte ich die Patienten, denen ich für ihre Bereitschaft meine Fragen zu beantworten danke.