

HNO 2022 · 70:445–454

<https://doi.org/10.1007/s00106-021-01116-y>

Angenommen: 31. August 2021

Online publiziert: 23. November 2021

© Der/die Autor(en) 2021, korrigierte Publikation 2022



Kontinuitätserhalt des Nervus cochlearis bei der retrosigmoidalen ablativen Osteotomie des inneren Gehörgangs bei fortgeschrittenen Vestibularisschwannomen

Katharina Schaumann¹ · A. Albrecht¹ · B. Turowski² · C. Hoffmann³ · J. F. Cornelius³ · J. Schipper¹

¹Universitätsklinik für Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde und Poliklinik, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, Düsseldorf, Deutschland; ²Institut für diagnostische und interventionelle Radiologie, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, Düsseldorf, Deutschland; ³Universitätsklinik für Neurochirurgie, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, Düsseldorf, Deutschland

Zusammenfassung

Ausgewertet wurden 86 Patienten mit einem retrosigmoidal mikrochirurgisch resezierten Vestibularisschwannom im Tumorstadium Koos II–IV. Es zeigte sich, dass im Bereich des inneren Gehörgangs in über 2/3 der Fälle der Nervus cochlearis dem elektroneurographisch leicht zu identifizierenden Nervus facialis in immer wiederkehrenden ähnlichen Verlaufsmustern folgte. Ausgehend vom Fundus erleichterte dies die frühzeitige Identifizierung und damit den Kontinuitätserhalt des Nervus cochlearis im Verlauf des inneren Gehörgangs. Dies war vor allem dann von Bedeutung, wenn ein sicherer Funktionserhalt aufgrund der Tumorgroße oder -formation trotz intraoperativer Ableitung somatosensorischer Potenziale nicht sicher gewährleistet werden konnte, aber die Möglichkeit einer späteren Hörrehabilitation mit einem Cochleaimplantat bestehen bleiben sollte. Präoperative Magnetresonanztomographie(MRT)-Sequenzen ergaben zwar in einigen Fällen einen Hinweis auf die möglichen Nervenverläufe, die intraoperative Darstellung im inneren Gehörgang war der MRT aber überlegen.

Schlüsselwörter

Akustikusneurinom · Cochleaimplantat · Koos-Klassifikation · Hörrehabilitation · BERA (Brainstem Evoked Response Audiometry)

Vestibularisschwannome (VS) mit Kontakt oder Verdrängung des Hirnstamms lassen sich für eine sichere Kontrolle der unmittelbar anliegenden vaskulären Strukturen chirurgisch über einen retrosigmoidalen Zugangsweg resezieren [10]. Ein interdisziplinäres Vorgehen mit Bündelung der Kompetenzen gemeinsam aus Neurochirurgie (NC) und Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, Kopf- und Halschirurgie (HNOKHC) hat sich aus unserer Sicht für

eine Verbesserung der Ergebnisqualität bewährt [31]. Der morphologisch-anatomische Kontinuitätserhalt des Nervus facialis (Nf) und des Nervus cochlearis (Nc) garantiert zwar noch keinen entsprechenden neurophysiologischen Funktionserhalt, ist aber die Grundvoraussetzung dafür. Der Kontinuitätserhalt des Nc ist auch Grundvoraussetzung für eine mögliche spätere Hörrehabilitation mit einem Cochleaimplantat (CI), auch



QR-Code scannen & Beitrag online lesen

wenn der Patient bereits tumorbedingt einseitig hochgradig schwerhörig oder ertaubt sein sollte [36]. Dies ist gerade in den fortgeschrittenen Tumorstadien des VS (Kooos III und IV) zum Zeitpunkt der Operation häufig bereits eingetreten [12]. In diesen Fällen wäre der Nc intraoperativ elektrophysiologisch nicht mehr sicher zu identifizieren, da die Welle V in der klassischen BERA („brainstem evoked response audiometry“) bzw. ABR („auditory brainstem response“) bereits präoperativ nicht mehr ableitbar ist. Somit wäre eine Stimulation des Nerven nur noch elektrisch über eine transtympanale Stimulationselektrode im Sinne von elektrisch evozierten akustischen Hirnstammpotenzialen (E-BERA) möglich. Analog zur klassischen intraoperativen BERA als Fernfeldmessung hat diese Methode allerdings den Nachteil, dass ein Antwortsignal auf die Stimulation erst nach mehreren Minuten abzuleiten ist. Zudem ist beim retrosigmoidalen Zugangsweg die Cochlea dem Operateur nicht zugänglich, sodass hierfür ein 2-Höhlen-Eingriff nötig wäre. Um dem Operateur intraoperativ eine unmittelbare Rückmeldung über den Funktionszustand des Nerven zu ermöglichen, hat sich gerade für den retrosigmoidalen Zugangsweg in den letzten Jahren die Ableitung von Aktionspotenzialen des Nervus cochlearis mittels Kugelelektrode direkt am Nerv als sog. Nahfeldmessung etabliert [28]. Hierbei wird mit der intraoperativ auf den Nc zu positionierenden Kugelableitelektrode die Welle 2 und 3 als Antwortpotenzial vom zweiten und dritten Neuron der Hörbahn arithmetisch gemittelt (CNAP, „cochlear nerve action potential“) [29]. Der Vorteil dieser Methode ist, dass man innerhalb weniger Sekunden ein Antwortsignal auf die akustische Stimulation bekommt [18] und als Operateur die Gelegenheit hat, durch Unterbrechung der Manipulationsprozedur, Spülung oder Dekompression deutlich zeitiger gegenzusteuern [22]. Da hierbei zur Stimulation ebenfalls ein akustischer Reiz benötigt wird, ist allerdings auch bei dieser Methode eine elektrophysiologische Identifikation des Nc bei präoperativ bereits ertaubten Patienten nicht sicher möglich, sodass gerade in diesen Fällen die Kenntnis über den intraoperativ zu erwartenden Verlauf des Nf und Nc von Vorteil wäre.

Der Nf lässt sich intraoperativ als motorischer Nerv durch elektrische Stimulation im Gegensatz zum Nc als sensorischem Nerv leicht identifizieren. Beim translabyrinthären Zugangsweg mit einer Teilablation des Labyrinths und Freipräparation des Fundus wird der Nc durch Darstellung an seinem Austrittspunkt aus der Cochlea sicher identifiziert. Der Verlauf beider Nerven (Nf und Nc) zwischen dem Austritt aus dem Hirnstamm und dem Eintritt in das Labyrinth erfolgt dabei nach bestimmten Verlaufsmustern, die es für eine sichere Identifizierung beider Nerven frühzeitig zu erkennen gilt [11]. Eine Domäne der HNOKHC beim retrosigmoidalen Zugangsweg ist dabei die endokranielle chirurgische Exploration des inneren Gehörgangs („internal acoustic canal“, IAC) über eine ablativ Osteotomie. Die Kenntnis der bei jedem Patienten individuell räumlichen Projektion des knöchernen eingebetteten hinteren Bogengangs („posterior semicircular canal“, PSC) zum IAC sowie der durch das intrameatale Tumorwachstum veränderte, teilweise prolongierte und lokal verlagerte Verlauf der 4 Nervenstrukturen des Nc, Nervus vestibularis inferior (Nvi) und superior (Nvs) sowie des Nf sind für den Funktionserhalt des Hörens und der Gesichtsmuskulatur entscheidend [3, 5, 20, 23, 27]. Eine Analyse der präoperativen hochauflösenden Computertomographie („high resolution computed tomography“, HRCT) des Felsenbeins (0,4 bis 0,6 mm Schichtdicke) sowie die der 3-D-CISS-Sequenzen in der T2-Gewichtung in der MRT jeweils in 0,5- oder 0,7-mm-Schichtung sollen dazu erste Hinweise geben. In der Kooos-Klassifikation wird für Tumoren der Kooos-Klassifikation II die Lage der intrameatalen Nervenstrukturen zum Tumor bereits entsprechend beschrieben (Kooos-Subtyp 1 A–C und Typ 2 A, B) [14].

Ziel unserer Studie ist es, analog hierzu tumorstadienübergreifend wiederkehrende Verlaufsmuster zu identifizieren und systematisch zu skizzieren. Durch die hierdurch gewonnenen Erkenntnisse über den zu erwartenden Verlauf des Nc kann dieser mit größerer Sicherheit identifiziert und erhalten werden, sodass eine spätere Rehabilitation mit einem Cochleaimplantat möglich wird. Zudem gilt es die Hypothese zu prüfen, dass für eine sichere Identifikation des Nc beim retrosigmoidalen Zugang

eine Osteotomie des IAC nötig ist, da allein durch eine Analyse der präoperativen Bildgebung und das intraoperative Nervenmonitoring eine extrameatale Identifikation der Nervenstrukturen im Bereich des Hirnstamms nicht sicher möglich ist. Nachfolgend skizzieren wir daher unsere Ergebnisse der interdisziplinären intraoperativen Exploration des IAC mit Darstellung der Nervenverläufe bis zum Fundus für eine sichere morphologisch-anatomische Identifizierung des Nc beim retrosigmoidalen Zugangsweg bei Patienten mit einem VS im Tumorstadium Kooos II–IV als potenzielle Kandidaten für eine Hörrehabilitation mit einem CI.

Patienten und Methode

Zur Überprüfung unserer Ergebnisqualität (Studien-Nr. 2019-597) haben wir retrospektiv alle interdisziplinär retrosigmoidal operierten Patienten mit einem VS im Tumorstadium Kooos II–IV mit einer reintonaudiometrisch mittelgradigen Schwerhörigkeit (gemittelter Hörverlust von mehr als 40 dB bei 0,5; 1; 2 und 4 kHz) bis an Taubheit grenzenden Schwerhörigkeit (elektroakustisch keine messbar reaktive Hörbahn im Sinne eines vorhandenen Residualhörvermögens auf der Tumorseite bei präoperativ fehlender objektivierbarer Welle V in der ABR bei einem Klickreiz zwischen 1 und 4 kHz und einem Stimulus bis 80 dB) [1] in der Zeit zwischen 2012 und 2020 ausgewertet. Ausgenommen wurden NFII-Patienten, Patienten mit einem VS im Tumorstadium Kooos I (in diesem Tumorstadium lässt sich der Nc allgemein leicht identifizieren), Patienten mit einem VS im Tumorstadium Kooos II oder III mit einer Normakusis (in diesen Fällen lässt sich der Nc intraoperativ ebenso mithilfe der ABR leicht und sicher extrameatal identifizieren), Patienten mit einer präoperativen Fazialisparese, Patienten mit einem Tumorrezidiv oder -residuum nach Voroperation oder einseitiger/fraktionierter Strahlentherapie, Patienten mit Meningeomen oder anderen Tumorentitäten im Bereich des Kleinhirnbrückenwinkels (KHBW) sowie Patienten mit einem translabyrinthär, subtemporal oder retrolabyrinthär entfernten VS. Nach eingehender Beratung des Patienten über alle gängigen Therapieoptionen, „wait

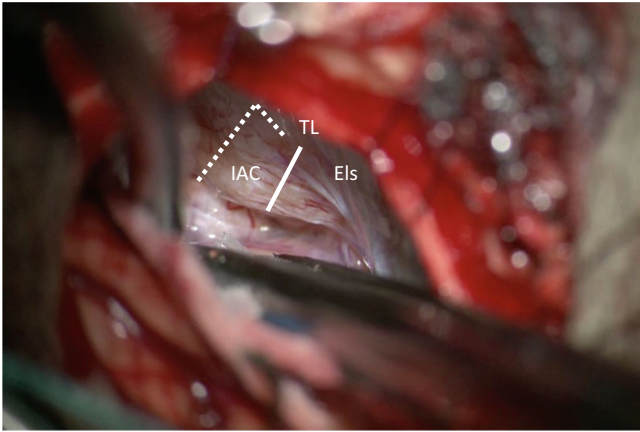


Abb. 1 ▲ Intraoperativer Situs über einen retrosigmoidalen Zugangsweg rechte Seite (IAC innerer Gehörgang, unterbrochene Linie Grenzen des IAC, TL Tübinger Linie, Els Saccus endolymphaticus). (Deutlich zu erkennen, wie sich die Arachnoidea in den Eingang zum Els charakteristisch hineinwölbt) [4]

and scan“, stereotaktische Strahlentherapie durch γ -Knife oder LINAC-Behandlung einzeitig oder fraktioniert oder über eine mikrochirurgische Resektion, erfolgte für das chirurgische Vorgehen immer eine präoperative Auswertung der radiologischen Datensätze (HCT Felsenbein und 3-T- oder 3,5-T-MRT Schädel). Beurteilt wurde anhand der radiologischen Datensätze präoperativ die Position und Länge des IAC sowie, wenn möglich, die topografische Lage des Nf und Nc unter Berücksichtigung möglicher pneumatisierter Mastoidzellen. Ein anfänglich von uns durchgeführtes Cybertracking [7] des Nf auf Basis einer Brainlab-Plattform (Brainlab AG, München, Deutschland) als Navigationssystem für den präoperativ anzunehmenden Verlauf des Nf am Tumor hatte sich für uns nicht bewährt. Zum einen war bei einem kompletten Ausfüllen des IAC durch das VS der Nf in der CISS-3-D-MRT in der schrägkoronaren Projektion nicht mehr sicher identifizierbar, zum anderen ergab sich auch durch die notwendige chirurgisch-ablative Manipulation am Tumor eine ungewollte Verlagerung des Nf und Nc, allein schon durch die Tumolvolumenreduktion, sowie ein weiterer Zeitverlust für die Einrichtung des Navigationssystems beim präoperativen Setup, welches ohnehin schon durch die Patientenlagerung in der Park-Bench-Position mit Anlegen des Neuromonitoring viel Zeit in Anspruch nahm.

Intraoperativ führten wir für eine sichere Identifizierung des Nf und des Nc

standardmäßig bei allen retrosigmoidal operierten Patienten nach Exploration des KHBW mit Eröffnung der hinteren Zisterne zunächst eine Fensterung der arachnoidalen Pseudokapsel des VS durch und reduzierten das Tumolvolumen durch Aushöhlung des Tumors unter Schonung des in der Pseudokapsel verlaufenden neurovaskulären Bündels, bei den Koos-III- und -IV-Tumoren dann auch mit dem CUSA (Cavitron Ultrasonic Surgical Aspirator). Anschließend erfolgte die ablative Osteotomie des IAC mit Aufsicht (mikroskopisch) oder endoskopisch assistierter Sicht bis zur Crista transversa (Abb. 1). Zur Durchführung der ablativen Osteotomie des IAC (Abb. 2a,b und 3) dienten als anatomische Landmarken zum einen der von einem Duramantel eingekleidete obere Eingang zum IAC, der Els („endolymphatic sac“) sowie der Austrittspunkt des Npm (Nervus petrosus major) als laterale Begrenzung. Durch die sichere Identifizierung des Els kann somit aus HNOKHC-Sicht unter Berücksichtigung des präoperativen HCT des Felsenbeins eine unbeabsichtigte Eröffnung des duralen Weichteilschlauchs verhindert und so der Nf und Nc sicher geschützt werden (Abb. 4). Von der Tübinger Arbeitsgruppe wurde in diesem Zusammenhang als anatomische Landmarke die sog. Tübinger Linie beschrieben ([4]; Abb. 1). Der Einsatz eines möglichen Hirnspatels erfolgt dabei immer nur temporär, um für kurze Zeit eine bessere Aufsicht auf den Hirnstamm zu erreichen. Während der gesamten operativen

Maßnahmen wurde zur Prävention möglicher vaskulärer Spasmen insbesondere der Arteria labyrinthi kontinuierlich mit einer Nimodipin-Spüllösung gespült [30].

Alle Operationen erfolgten dabei unter einem kontinuierlichen Neuromonitoring des Nf, teilweise des Nc, sofern vor Beginn der Operation die Welle V in der ABR („auditory brainstem response“) bei wiederholter akustischer Stimulation zu mitteln war. Das Neuromonitoring des Nf erfolgte dabei mit einem NIM-Response-3.0®-Gerät der Fa. Medtronic mit kontinuierlicher Kontrolle der EMG-Aktivität sowohl akustisch als auch visuell. Die funktionelle Überwachung des Nc, der kaudalen Hirnnerven sowie der motorischen und sensiblen Nervenbahnen erfolgte mittels eines Isis-Xpress-Mehrkanal-Neuromonitoring-Systems der Fa. inomed (Abb. 4). Für die funktionelle Überwachung des Nc mittels transtympanaler akustischer Stimulation und einer neuroelektrischen encephalographischen Ableitung wurde sowohl eine sog. Nahfeld- als auch Fernfeldmessung durchgeführt. Für die Nahfeldmessung wurde eine spezielle Kugel Elektrode (Fa. inomed) intraoperativ auf den Nc gelegt (Abb. 5), die Fernfeldmessung erfolgte im messtechnischen Aufbau wie bei einer klassischen BERA („brainstem evoked response audiometry“) bzw. ABR („auditory brainstem response“). Im Gegensatz zur klassischen intraoperativen BERA als Fernfeldmessung wird bei der Nahfeldmessung mit der intraoperativ auf den Nc zu positionierenden Kugelableit Elektrode die Welle 2 und 3 als Antwortpotenzial vom zweiten und dritten Neuron der Hörbahn arithmetisch gemittelt (CNAP, „cochlear nerve action potential“) [29].

Die intraoperativ identifizierte topografische Lage des Nf und Nc im IAC sowie im extrameatalen Verlauf wurde für jeden Patienten erfasst. Hierbei erfolgte eine systematische Auswertung der Lagebeziehung der beiden Nerven zueinander sowie dem vom Nv ausgehenden Tumor. Ziel war es, hierdurch analog zu den für das Koos Stadium II beschriebenen Subklassifikationen (Koos-Subtyp 1 A–C, 2 A/B, 3 A–C) übergreifend wiederkehrende Verlaufsmuster zu identifizieren und systematisch zu skizzieren.

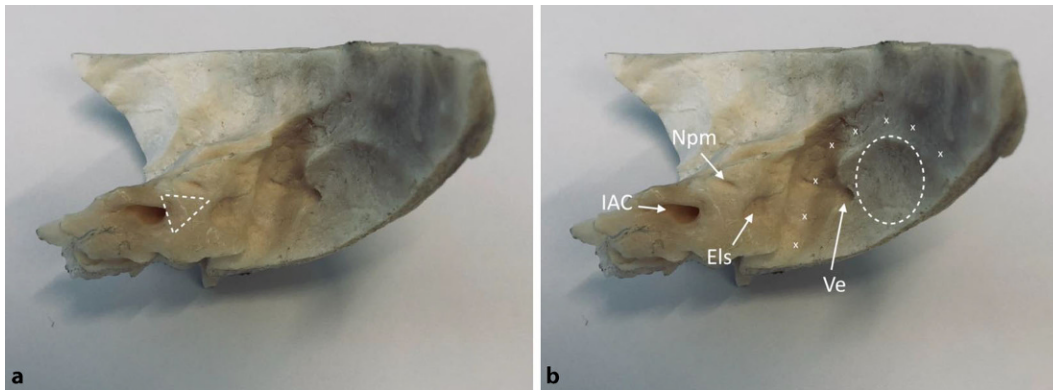


Abb. 2 ▲ **a** Anatomisches Felsenbeinpräparat (rechte Seite): Markiert ist der Bereich der zu osteotomierenden Ablation für den inneren Gehörgang. **b** Anatomisches Felsenbeinpräparat (rechte Seite). (x Verlauf des Sinus sigmoideus, unterbrochene Linie Bereich der Trepanation für den retrosigmoidalen Zugang, IAC innerer Gehörgang, Npm Nervus petrosus major, Els Sacculus endolymphaticus, Ve Vena emissaria)

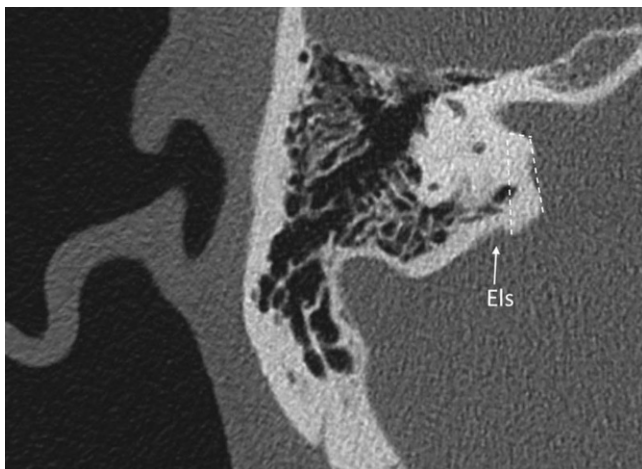


Abb. 3 ▲ HRCT Felsenbein rechte Seite, axiale Schichtung im Knochenfenster mit durch das VS deutlich aufgeweitetem innerem Gehörgang. (Els Sacculus endolymphaticus, unterbrochene Linie zu osteotomierender Bereich zur Freilegung des inneren Gehörgangs bis zum Fundus)

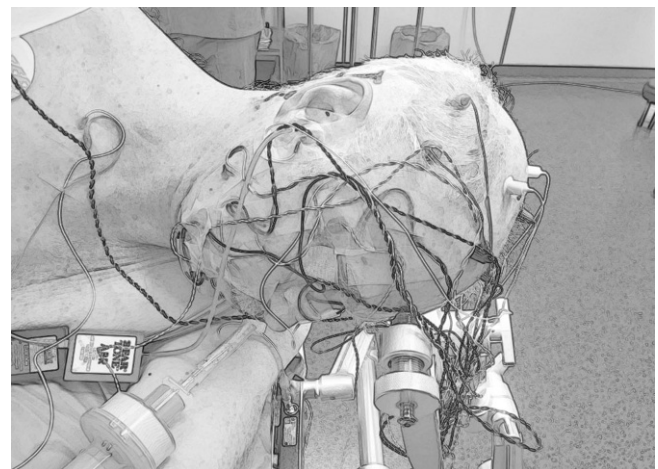


Abb. 4 ▲ Aufbau der Messableitroden für NIM-Response-3.0®-Gerät, Fa. Medtronic, sowie des Isis-Xpress-Mehrkanal-Neuromonitoring-Systems der Fa. inomed. Patient in Park-Bench-Position gelagert und Patientenkopf in der Mayfield-Klemme fixiert

Der intraoperative Verlauf des Nf und des Nc zum VS wurde, soweit möglich, im Vergleich mit der präoperativ laut CISS-3-D-MRT in der schräg koronaren Projektion vorhergesagten Lage der Nerven analysiert.

Ergebnisse

Berücksichtigt werden konnten in der retrospektiven Analyse insgesamt 86 Patienten mit einem VS im Tumorstadium Koos II–IV, die auf der Tumorseite präoperativ sämtlich bereits reintonaudiometrisch mittelgradig schwerhörig bis taub waren. Bei allen Patienten wurde das VS mikrochirurgisch über einen retrosigmoidalen Zugangsweg entfernt (22 Patienten

im Tumorstadium Koos II, 29 Patienten mit Tumorstadium Koos III und 35 Patienten im Tumorstadium Koos IV; ■ Tab. 1). Hiervon zeigten insgesamt 11 Patienten im Tumorstadium Koos II präoperativ ein „verwertbares“ Restgehör, was einem gemittelten Hörvermögen von <80 dB bei 0,5; 1; 2 und 4 kHz (nach WHO-Klassifikation Grad 2–3) entsprach und somit noch für eine potenzielle Hörgeräteversorgung infrage kam. Die anderen 75 Patienten zeigten bereits präoperativ ein fehlendes Antwortsignal (Welle V) in der ABR im Sinne eines Verlusts des sozialen Gehörs bis zur kompletten Ertaubung (■ Tab. 2). Aufgrund des retrospektiven Designs der Studie lag nur bei einem Teil der Patienten ein prä- und/oder postoperatives Sprachaudiogramm vor, sodass

eine durchgehende Einteilung der Hörklassen nach AAO-HNS oder Gardner-Robertson nicht möglich war. Präoperativ lag bei 30 Patienten ein Freiburger Einsilbertest vor. Hierbei wurde allerdings nicht immer, wie für die Anwendung der AAO-HNS-Klassifikation im deutschsprachigen Testmaterial gefordert [25], das maximale Einsilberversprechen bestimmt, sondern häufig nur das Einsilberversprechen bei 65 dB. Unter Berücksichtigung dieser Einschränkungen und Verwendung des Mittelwerts von Reintonhörschwellen („pure-tone average“, PTA) bei 0,5; 1; 2 und 3 kHz lag bei 4 Patienten eine Hörklasse B nach der AAO-HNS-Klassifikation vor. Richtet man sich nach der von Wade und House beschriebenen 50/50-Regel, beschreibt dies

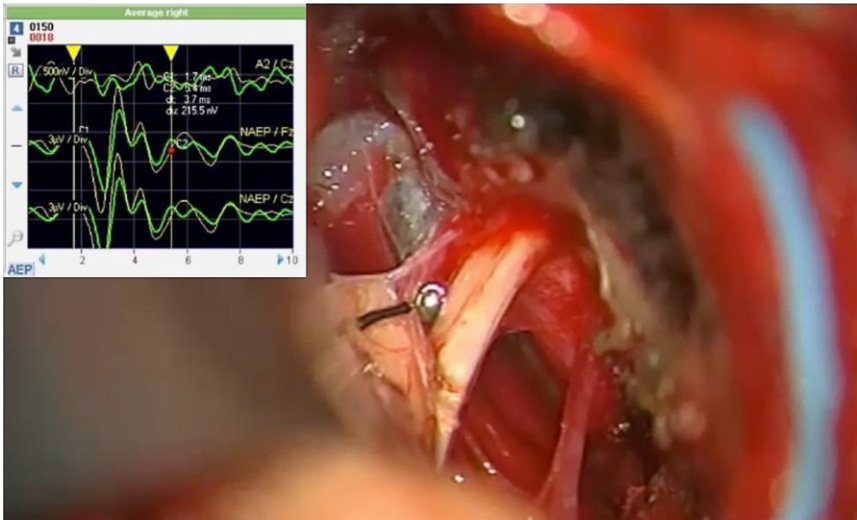


Abb. 5 ▲ Intraoperativer Situs über einen retrosigmoidalen Zugangsweg, rechte Seite, nach Entfernung des VS: Die Kugelelektrode für die Nahfeldmessung bei der ABR ist dicht am Nervus cochlearis (Nc) positioniert. (Nf = Nervus facialis)

ein im Alltag funktionales und gut versorgbares Hörvermögen [25].

Präoperativ lag bei allen Patienten eine radiologische Bildanalyse des IAC in einer hochauflösenden (High-Resolution)HR-MRT in der 3-D-CISS-Sequenz (T2-FSE) in axialer oder schräg sagittaler Projektion sowie ein hochauflösendes CT (HCT) des Felsenbeins vor. Anhand der radiologischen Datensätze konnten präoperativ die Position und Länge des IAC beurteilt werden und in einigen Fällen bereits Hinweise auf die topografische Lage des Nf und Nc gewonnen werden. Allerdings ließ sich in der 3-D-CISS-T2-FSE radiologisch das Nerven-Gefäß-Bündel präoperativ häufig nicht sicher identifizieren, vor allem dann, wenn der IAC bis hin zur Crista transversa durch das VS komplett ausgefüllt war.

Intraoperativ erfolgte bei allen Patienten nach Schaffen des retrosigmoidalen Zugangswegs und Exploration des KHBW durch die NC eine Osteotomie des IAC durch die HNOKHC. Hierdurch ließ sich der NC mit seinem Austritt aus dem Fundus morphologisch-anatomisch sicher identifizieren. Auch innerhalb des IAC ließ sich dann der Nc auch ohne Antwortsignale in der ABR sowohl anhand seines Verlaufs als auch seines Verlaufsmusters korrespondierend zum Nf mit hoher Sicherheit identifizieren. Bei 72 (83%) der 86 nachuntersuchten Patienten konnte somit der NC sicher identifiziert und im weiteren Verlauf der Op. die neuronale Struktur erhalten wer-

den. Es zeigte sich, dass der Nc in der überwiegenden Zahl der Fälle einem bestimmten Verlaufsmuster zum Nf (Abb. 6) in Übereinstimmung mit der Literatur folgte [12, 14, 17]. Unabhängig vom Tumorstadium lagen bei 37 Patienten (42%) der Nf und Nc am Porus acusticus antero-kaudal nebeneinander. Bei 23 Patienten (27%) kamen der Nf und NC ebenfalls antero-kaudal zur Darstellung, allerdings nicht neben-, sondern hintereinander. Die beschriebene topografische Lage entsprach also dem von Koos für das Tumorstadium II beschriebenen Subtyp 1 B. Allerdings bildete die Koos-Subtyp-Einteilung hierbei nicht immer die absolute Realität ab, weil beispielsweise durch das verdrängende Tumorstadium im IAC der Nf und Nc so stark aneinandergespreßt wurden, dass sie fast miteinander verschmolzen (Abb. 7).

Bei 12 Patienten (14%) lagen der Nf und Nc getrennt voneinander, der Nf kam hierbei antero-kaudal, der Nc postero-kaudal zu liegen. Dies entspräche im Tumorstadium Koos II dem Subtyp 2 A. Bei insgesamt 14 Patienten (17%) ließ sich der Nc nicht sicher identifizieren.

Durch den somit insgesamt in der deutlichen Mehrheit vorhandenen unmittelbaren topografischen Kontakt zwischen Nf und Nc (Abb. 6) ließ sich der Nc neben dem Nf intraoperativ gut im IAC identifizieren.

Außerhalb vom IAC zum Hirnstamm hin war dies deutlich erschwert. Hier war ei-

ne Identifikation des Nc nur durch das Verfolgen des Nc aus dem IAC heraus in Richtung Hirnstamm oder mithilfe der Kugelelektrode, wenn als Nahfeldmessung der ABR diese ableitbar waren, möglich (Abb. 5). Insbesondere in den Fällen eines divergierenden Verlaufs des Nf und Nc (analog zum Koos-Subtyp 2 A oder B) sowie in den Tumorstadien III–IV war die Identifizierung ohne Verlaufsverfolgung vom Fundus herkommend oder ohne ABR des Nc erheblich erschwert, weil der Nc in diesen Fällen meistens mit der Tumorkapsel verbunden, ausgewalzt, aufgespreizt bzw. verschmolzen war. Diese Arten von VS waren charakterisiert durch eine hohe Adhärenz zwischen Tumorgewebe und der subarachnoidalen Tumorpseudokapsel, sodass häufig ein Erhalt des neuronalen Gewebes des Nc nur mit einem rasenförmigen Belassen von Tumorgewebe möglich war. Zudem war der Einsatz des CNAP für den Nc in solchen Situationen schwierig, weil sich die Ableitelektrode bei den Koos-III- und -IV-Tumoren tumorvolumenbedingt nicht am Abgang aus dem Hirnstamm platzieren ließ. In Fällen von zystischen oder zystisch-hämorrhagischen VS musste ein Teil der Tumorpseudokapsel zum Erhalt der neuronalen Strukturen des IAC immer erhalten werden.

Bezüglich des Funktionserhalts des Nc zeigte sich, dass in unserem Messaufbau die Welle V nicht immer prädiktiv für einen Hörerhalt bei den Koos-II-Tumoren war: Intraoperativ flachte die Welle V nicht selten ab, baute sich nach einer kurzen manipulativen Pause von wenigen Minuten dann nach entsprechender Mittelung wieder auf, ähnlich die Wellen II und III nach Stimulation mit der Kugelelektrode für die Nahfeldmessung, jedoch deutlich schneller. Trotz nachweislich vorhandener Welle V waren dann dennoch 4 von 11 Patienten mit einem noch „wertbaren“ Gehör (WHO-Grad 2–3) mit einem Koos-II-VS auf der operierten Seite postoperativ reintonaudiometrisch taub (negativer prädiktiver Wert: 0,6; Tab. 2). In dem eingeschränkten Patientenkollektiv, welches nach AAO-HNS klassifiziert werden konnte, konnte nur bei 1 von 4 Patienten mit initial funktionalem Hörvermögen (Klasse B nach AAO-HNS) das Hören erhalten werden. Insofern decken sich unsere Ergebnisse bei Patienten mit einem Koos-

Tab. 1 Darstellung der Anzahl der Patienten nach Tumorstadium. Koos I: kleiner intrakanalikulärer Tumor im Meatus acusticus internus, Koos II: hauptsächlich intrakanalikulärer Tumor mit Protrusion in den Kleinhirnbrückenwinkel, ohne Kontakt zum Hirnstamm, Koos III: hauptsächlich im Kleinhirnbrückenwinkel lokalisierter Tumor mit Kontakt zum Hirnstamm, aber ohne Kompression, Koos IV: großer Tumor mit Kompression des Hirnstamms

Tumorgroße nach Koos				
	Koos I	Koos II	Koos III	Koos IV
Patienten	–	22	29	35

Tab. 2 Darstellung der Anzahl der Patienten nach WHO-Grad des Hörens. WHO 0: ≤ 25 dB, WHO 1: 26–40 dB, WHO 2: 41–60 dB, WHO 3: 61–80 dB, WHO 4: ≥ 81 dB

Hörvermögen nach WHO-Klassifikation präoperativ					
–	WHO 0	WHO 1	WHO 2	WHO 3	WHO 4
Patienten	–	–	6	5	75
Hörvermögen nach WHO-Klassifikation postoperativ					
–	WHO 0	WHO 1	WHO 2	WHO 3	WHO 4
Patienten	–	–	3	1	82

II-VS und einem noch verwertbaren sozialen Gehör mit den Literaturergebnissen [19]. Limitierend für den Hörerhalt bei den Koos-II-VS war immer die Notwendigkeit einer möglichen Teilablation der Tumorseudokapsel als Träger der neurovaskulären Strukturen des IAC, eine chirurgische Manipulation unmittelbar an der Arteria labyrinthi sowie eine notwendige Tumorabletation angrenzend zur Crista transversa hin.

Bei 72 der 78 nachuntersuchten Patienten konnte schlussendlich durch die intraoperative Exploration des IAC der Nc identifiziert und im weiteren Verlauf der Op. die neuronale Struktur des Nc erhalten werden, sodass sich diese Patienten als potenzielle Kandidaten für ein CI zur Hörrehabilitation eignen [13]. Die Funktion des Nervus facialis konnte in den meisten Fällen erhalten werden: Nach 12 Monaten zeigten noch 5 Patienten eine Fazialisfunktion im Stadium House-Brackman (HB) II–III, alle anderen 81 Patienten hatten keine Funktionseinschränkungen (HB I; **Tab. 3**).

Diskussion

Der retrosigmoidale Zugangsweg wurde erstmals von dem deutschen Anatomen und Chirurgen Fedor Krause 1903 beschrieben [15]. Der retrosigmoidale Zugangsweg als hörerhaltende Operationsmethode bei VS ersetzt in unserem interdisziplinären Schädelbasiszentrum immer mehr den subtemporalen und den deutlicher

seltener anwendbaren retrolabyrinthären bzw. anterosigmoidalen Zugangsweg. Aus Sicht der HNOKHC wird dieser Zugangsweg etwas vernachlässigt, weil er immer eine entsprechend enge Abstimmung mit dem Nachbarfach NC erfordert [16]. Einfacher ist die Zusammenarbeit in einem von der Gesellschaft für Schädelbasischirurgie e. V. (GSB) zertifizierten Schädelbasiszentrum mit regelmäßigen wöchentlich dokumentierten interdisziplinären Fallkonferenzen. So führen wir nicht nur die Fallkonferenzen, sondern eben auch die schädelbasischirurgischen Interventionen regelmäßig gemeinsam interdisziplinär durch. Für die NC ist der retrosigmoidale Zugangsweg das „work horse“ für die hintere Schädelgrube und ist weitestgehend standardisiert [17, 34, 35]. Zugangsspezifische Komplikationen sind Verletzungen der Vena emissaria unmittelbar am Abgang aus dem Sinus sigmoideus oder des Sinus sigmoideus selbst mit entsprechendem Blutverlust, eine verzögerte Eröffnung der hinteren Subarachnoidalzisterne mit möglicher nachfolgender Schwellung des Zerebellums sowie eine ungewollte mechanische Irritation der kaudalen Hirnnerven. Der große Vorteil gegenüber dem subtemporalen und retrolabyrinthären Zugangsweg ist die sichere Kontrolle der AICA (Arteria cerebelli anterior inferior) und von deren Abgängen sowie der Subarachnoidalvenen sowie eine bessere Übersicht im Bereich des Hirnstamms bei Koos-III- und -IV-Tumoren. Die retrosigmoidale Eröffnung des IAC ohne Eröffnung des PSC zum Hö-

erhalt ist andererseits eine chirurgische Domäne der HNOKHC [6]. Gerade durch die chirurgische Kompetenz der HNOKHC lassen sich selbst ausschließlich intrameatal gelegene Koos-I-VS je nach anatomischer Position des PSC ohne Weiteres hörerhaltend alternativ zum subtemporalen Zugangsweg chirurgisch entfernen [3, 23, 27]. Durch die Möglichkeit einer erfolgreichen Hörrehabilitation mithilfe eines CI auch bei tumorbedingt bereits präoperativ ertaubten Patienten ergibt sich zukünftig auch die Notwendigkeit eines sicheren Kontinuitätsersatzes des Nc. Dazu ist eine sichere intraoperative Identifizierung desselben notwendig, auch wenn in der intraoperativen ABR methodenbedingt der Nc bereits elektrophysiologisch inaktiv imponiert. Alternativ wäre nur eine eABR denkbar [36], die dann aber einen 2-Höhlen-Eingriff erfordern würde und bereits präoperativ den Patientenwunsch nach einer Hörrehabilitation voraussetzt.

Für eine möglichst sichere anatomische Identifikation des Nc erfolgt eine retrosigmoidale, explorativ-ablative Osteotomie in dem Dreieck zwischen Npm und Els mit der Crista transversa des IAC als Scheitelpunkt (**Abb. 2a,b**). Die genaue geometrische Position des PSC zum Npm und Els muss immer aufs Neue individuell mithilfe des HRCT des Felsenbeins bestimmt werden. Die Crista transversa des IAC sollte nach Möglichkeit nur bis zu deren freien Aufsicht freigelegt werden, da der Nc beim Eintritt zur Lamina spiralis in Richtung Cochlea ohne die schützende Dura völlig frei liegt und hier leicht bei bereits kleinsten chirurgischen Manipulationen einreißt. Im Fall von der Crista transversa unmittelbar anliegenden Tumormassen eines VS belassen wir daher Tumorrreste zum Hörerhalt, zumal die neuere Literatur gezeigt hat, dass durch die Kappung der nutritiven neoproliferierten Tumorgefäße das verbleibende Resttumorgewebe in dieser Lokalisation degenerieren und narbig obliterieren kann [8, 12, 32]. Bei einem vom IAC ausgehenden intracochleären oder intralabyrinthären Tumorwachstum ist sonst alternativ der translabyrinthäre Zugangsweg zu bevorzugen mit Versuch eines Erhalts des Nc und der Cochlea als Elektrodenlager für eine spätere Cochlea-implantation. Eine endoskopisch transmeatal, transcochleär geführte, mikrochirurgische Resektion

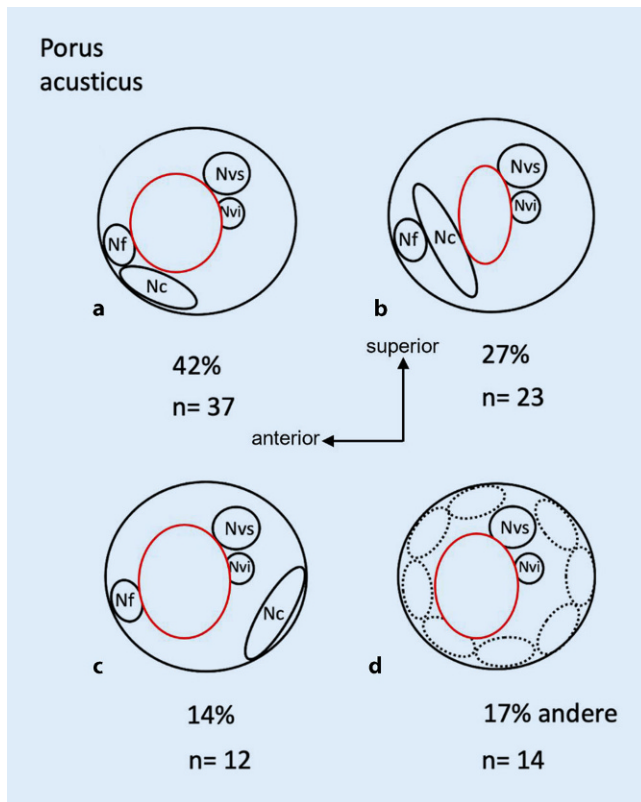


Abb. 6 ◀ Das in unserer Studie bei 86 ausgewerteten Patientenfällen intraoperativ beobachtete Verlaufsmuster vom Nervus facialis (Nf), Nervus cochlearis (Nc), Nervus vestibularis inferior (Nvi) und superior (Nvs) in Bezug zum VS (rot). Bei 14 Patientenfällen (17 %) fanden sich keine einheitlichen Verlaufsmuster des Nc und Nf. (Mod. nach [11], a und b entsprechen hierbei dem für die Koos-II-Tumoren beschriebenen Subtyp 1A, c dem Subtyp 2A)

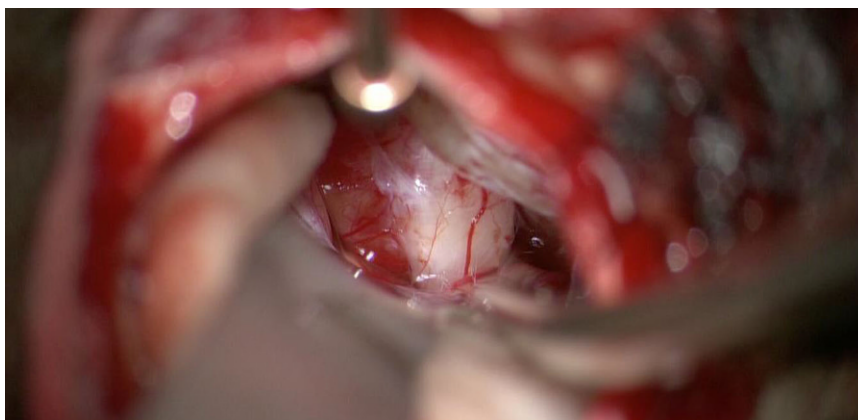


Abb. 7 ▲ Intraoperativer Situs über einen retrosigmoidalen Zugangsweg, rechte Seite. In dem vorliegenden sind tumorbedingt der Nc und Nf dicht aneinandergedrückt. (Nc Nervus cochlearis, Nf Nervus facialis)

eines VS würde mit einer Sakrifizierung der Cochlea als Elektrodenlager einhergehen und somit für den betroffenen Patienten die Möglichkeit einer späteren Hörrehabilitation mit einem CI gänzlich ausschließen.

Der Verlauf des Nf und des Nc innerhalb des Gefäßnervenbündels des IAC ändert sich zwischen dem Ausgang aus dem Hirnstamm bis hin zum Eingang zur Cochlea [11]. Die beiden Vestibulärnerven Nvi und Nvs verlaufen nach Verlassen des Hirnstamms zunächst zusammen als Nv und

trennen sich dann am medialen Eingang zum IAC in den Nvi und Nvs. Der Verlauf des Nc dreht dabei von posterior inferior nach anterior inferior, kann aber auch je nach Größe und Beschaffenheit des VS (kompakt homogen, zystisch oder hämorrhagisch heterogen) hiervon abweichen. Erste Informationen über den intraoperativ zu erwartenden Verlauf des Nf und Nc innerhalb des IAC erhält man möglicherweise in der HR-MRT in der CISS-Sequenz (T2-FSE) in axialer oder schräg sagittaler Projektion,

wenn das VS den IAC noch nicht komplett ausgefüllt hat. Bei der Beratung des Patienten über die Möglichkeiten des Hörerhalts bzw. Erhalt des Nc in Abwägung der alternativ zur Verfügung stehenden Behandlungsverfahren ist immer die audiologische Kompetenz des kontralateralen Ohrs mit in Betracht zu ziehen. Im Fall eines gewünschten mikrochirurgischen Vorgehens kann dann eine Kompletterfernung des VS als gutartiger Tumor kontraproduktiv sein, weil, wie bei unseren ausgewerteten Fällen zu sehen war, sich trotz Kontinuitäts-erhalt und nachweisbarer Welle V dennoch ein Funktionsverlust des Nc ergeben kann. Daher kann es in solchen Fällen für den Erhalt der neuronalen Funktionsintegrität des Nc sinnvoll sein, Teile des bekanntermaßen als gutartig einzustufenden VS in diesem Bereich „rasenartig“ stehen zu lassen. Der dabei zu fordernde Kontinuitäts-erhalt des Nc bekommt durch die guten Ergebnisse bei SSD (Single-Side-Deafness)-Patienten mit einem CI zunehmend Bedeutung. War noch Anfang der 1970er- und 1980er-Jahre der Funktionserhalt des Nf maßgebend, so ist heute dessen Funktionserhalt nicht zuletzt durch das obligate Neuromonitoring selbstverständlich, und der Fokus gilt heutzutage durch die Möglichkeit einer Hörrehabilitation mit einem CI dem Funktions- und Kontinuitäts-erhalt des Nc [2, 13].

Die Ursprungsmatrix des VS ob vom Nvi oder Nvs ausgehend, gemessen am präoperativen KIT (Kopf-Impuls-Test) [24] spielte für die sichere Identifizierung des Nc und Nf in unserer Studie eine untergeordnete Rolle. Vielmehr fanden wir in über 2/3 der Fälle ein bestimmtes immer wiederkehrendes Verlaufsmuster des Nc korrespondierend zum Nf, der sich als motorischer Nerv elektroneurographisch immer sicher identifizieren ließ (■ Abb. 6). Anhand dieser immer wiederkehrenden Verlaufsmuster beider Nerven ließ sich bereits anhand des elektroneurographisch immer zu identifizierenden Nf der Nc ebenso lokalisieren und teilweise auch bei nachweisbaren Antwortpotenzialen mithilfe der Kugel-elektrode in der Nahfeldmessung verifizieren. Somit kann man heutzutage intraoperativ den Kontinuitäts-erhalt des Nc in den meisten Fällen sicherstellen, auch wenn damit noch nicht der Funktionserhalt gewahrt ist. Für den Funktionserhalt des Nc

Tab. 3 Darstellung der Anzahl der Patienten nach Fazialisfunktion (12 Monate postoperativ). Präoperativ wiesen alle Patienten eine normale Fazialisfunktion auf. HB I: normale Funktion, HB II: leichte Dysfunktion, HB III: moderate Dysfunktion, HB IV: moderate bis schwere Dysfunktion, HB V: schwere Dysfunktion, HB VI: totale Parese

Fazialisfunktion nach House-Brackmann						
	HB I	HB II	HB III	HB IV	HB V	HB VI
Patienten	81	1	4	0	0	0

scheinen neben einer möglichen Minderperfusion im Bereich der Arteria labyrinthi noch andere bislang unbekannte Faktoren von Bedeutung zu sein. Der Kontinuitäts- und Funktionserhalt des Nc ermöglicht für den Patienten eine Hörrehabilitation mit einem CI. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass es, ähnlich wie beim translabirynthären Zugangsweg, auch beim retrosigmoidalen Zugangsweg nachfolgend zu einer narbigen Obliteration der Cochlea kommen kann [9]. Daher kann man simultan oder zeitnah konsekutiv einen Platzhalter für die Elektrode in die Cochlea einbringen, vor allem dann, wenn sich in der postoperativen MRT-Untersuchung in den T2-CISS-Sequenzen erste Hinweise auf eine beginnende Vernarbungstendenz in Form eines fehlenden Flüssigkeitssignals in der 1. oder 2. Windung der Cochlea zeigen [2].

Für den Funktionserhalt des Nc hat sich im Zusammenhang mit den ABR-Messungen und in Übereinstimmung mit der Literatur ergeben, dass intraoperativ wiederholt Pausen bis zur Erholung der Wellen 2 bis 5 günstig sein können [8, 12, 32]. Welche physiologischen metabolischen Prozesse hierfür verantwortlich sind, ist jedoch bis heute immer noch nicht im Einzelnen bekannt, sodass auch nicht klar ist, in welchen Situationen genau solche Pausen angezeigt sind und wie lange sie für den Funktionserhalt des Nc eingehalten werden sollten. In der Literatur ist das Risiko für eine postoperative Ertaubung nach solchen temporären Veränderungen/Verlust der Welle V mit 54–70% angegeben [21]. Dies kann auch nach kompletter Erholung der Welle V am Ende der Messungen der Fall sein, was eine mögliche Erklärung für die von uns beschriebene Diskrepanz zwischen intraoperativ erhaltener Welle V und dennoch eingetretener postoperativer Ertaubung sein kann. Eine weitere mögliche Erklärung hierfür wäre ein verzögertes Eintreten des Hörverlusts, welcher nicht unmittelbar durch die chirurgische

Manipulation, sondern z.B. durch eine verzögert eintretende Ischämie der Cochlea (z. B. durch Vasospasmen), Fibrose oder Labyrinthitis bedingt sein kann [33]. Eine gewisse Unsicherheit in der Vorhersagekraft der ABR-Messung ist ggf. auch durch die Tatsache bedingt, dass es sich um eine subjektive Auswertung handelt, die z. B. von der Erfahrung der auswertenden Person abhängig sein kann und teilweise durch Artefaktüberlagerungen erschwert sein kann [26].

Die Ergebnisse zum Hörerhalt bei den Koos-II-VS mit einem präoperativ noch „verwertbaren“ Hörvermögen (7 von 11 Patienten postoperativ mit einem weiterhin noch verwertbaren Hörvermögen) bestätigen die Literaturdaten, dass bei dieser Tumorgroße und einem guten audiologischen Ausgangsbefund die VS am besten mikrochirurgisch zu entfernen sind [8, 12, 32]. Allerdings zeigt der quantitative Zusammenhang zwischen Veränderungen in der ABR und dem Grad des postoperativen Hörvermögens eine erhebliche Varianz, und es sind sowohl falsch-positive als auch wie bei uns beschrieben falsch-negative Ergebnisse möglich [26]. Somit scheint weder der anatomische Erhalt der Nervenstrukturen noch der intraoperative Nachweis der Welle V eine sichere Aussage über den Funktionserhalt des Nc treffen zu können. Da dieser aber ausschlaggebend für das spätere Rehabilitationsergebnis der Cochlea-implantatversorgung ist, sollte der Patient über eine entsprechende Unsicherheit in der Erwartungshaltung aufgeklärt werden. Als Alternative ist bei diesen Patienten eine sog. Wait-&-Scan-Strategie zu diskutieren. Bei zu langem Zuwarten kann diese den Nachteil haben, dass es zu einer nicht mehr umkehrbaren tumorbedingten neuronalen Schädigung am Nc kommt und somit der optimale Zeitpunkt einer Operation verpasst wird. Als weitere Alternative muss eine frühe Strahlentherapie für diese Patienten diskutiert werden. Im Gegensatz zu den nicht

selten auftretenden Hörstürzen mit anschließender Erholung des Hörvermögens im Zusammenhang mit einem VS wird ein langsam fortschreitender Hörverlust vom Betroffenen zunächst nicht als störend empfunden. Dies kann dazu führen, dass solche Tumoren nicht selten erst im Tumorstadium Koos III oder IV mit einer deutlich ungünstigeren Prognose für den Hörerhalt erkannt werden.

Fazit

Der Nervus cochlearis verläuft in über 2/3 der Fälle korrespondierend zum Nervus facialis nach einem bestimmten Verlaufsmuster im Bereich des IAC und lässt sich somit ausgehend vom Fundus gut identifizieren. Eine Axono- oder Neurotmesis des Nervus facialis ist heutzutage durch Einsatz des Neuromonitoring mit wenigen Ausnahmen sehr unwahrscheinlich geworden. Der Funktions-, zumindest aber der anatomische Kontinuitätserhalt des Nervus cochlearis sollte, wenn möglich, immer angestrebt werden, um eine eventuelle spätere Versorgung mit einem CI zu ermöglichen.

Korrespondenzadresse

Dr. med. Katharina Schaumann
Universitätsklinik für Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde und Poliklinik, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Moorenstraße 5, 40255 Düsseldorf, Deutschland
katharina.schaumann@med.uni-duesseldorf.de

Funding. Open Access funding enabled and organized by Projekt DEAL.

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. K. Schaumann, A. Albrecht, B. Turowski, C. Hoffmann, J. Cornelius und J. Schipper geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Alle beschriebenen Untersuchungen wurden mit Zustimmung der zuständigen Ethik-Kommission, im Einklang mit nationalem Recht sowie gemäß der Deklaration von Helsinki von 1975 (in der aktuellen, überarbeiteten Fassung) durchgeführt.

Open Access. Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jegli-

chem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Artikel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.

Weitere Details zur Lizenz entnehmen Sie bitte der Lizenzinformation auf <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>.

Literatur

- Balkany TJ, Hodges AV, Miamoto RT, Gibbin K, Odabassi O (2001) Cochlear implants in children. *Otolaryngol Clin North Am* 34:455–467
- Beutner C, Mathys C, Turowski B et al (2015) Cochlear obliteration after translabyrinthine vestibular schwannoma surgery. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 272(4):829–833
- Browning S, Mohr G, Dufour JJ et al (2001) Hearing preservation in acoustic neuroma surgery. *J Otolaryngol* 30(5):307–315
- Campero A, Martins C, Rhoton A, Tatagiba M (2011) Dural landmark to locate the internal auditory canal in large and giant vestibular schwannomas: the Tübinger line. *Neurosurgery* 69(1 Suppl Operative):ons99–ons102
- Cazzador D, Borsetto D, Alexandre E et al (2019) Hearing preservation surgery via retrosigmoid approach with retrolabyrinthine meatotomy in small vestibular schwannoma. *J Neuro Surg B Skull Base* 80(Suppl 3):S281–S283
- Cueva R, Chole RA (2018) Maximizing exposure of the internal auditory canal via the retrosigmoidal approach: an anatomical, radiological, and surgical study. *Otol Neurotol* 39:916–921
- Gerganov VM, Giordano M, Samii M, Samii A (2011) Diffusion tensor imaging-based fiber tracking for prediction of the position of the facial nerve in relation to large vestibular schwannomas. *J Neurosurg* 115:1087–1093
- Hahn CH, Stangerup SE, Caye-Thomasen P (2013) Residual tumour after vestibular schwannoma surgery. *J Laryngol Otol* 127(6):268–273
- Hedjrat A, Schwager K, Hofmann E, Behr R (2018) Postoperative cochlear obliteration after retrosigmoid approach in patients with vestibular Schwannoma. *J Neuro Surg B Skull Base* 79(4):343–348
- Khras T, Romano G, Sanna M (2008) Nerve origin of vestibular schwannoma: a prospective study. *J Laryngol Otol* 122(2):128–131
- Kim HS, Kim DI, Chung IH et al (1998) Topographical relationship of the facial and vestibulocochlear nerves in the subarachnoid space and internal auditory canal. *AJNR Am J Neuroradiol* 19:1155–1161
- Kirchmann M, Karnov K, Hansen S et al (2017) Ten-year follow-up on tumor growth and hearing in patients observed with an intracanalicular vestibular Schwannoma. *Neurosurgery* 80(1):49–56
- Klenzner T, Glaas M, Volpert S et al (2019) Cochlear implantation in patients with single-sided deafness after the translabyrinthine resection of the vestibular schwannoma—Presented at the Annual Meeting of ADANO 2016 in Berlin. *Otol Neurotol* 40(4):e461–e466
- Koos WT, Day JD, Matula C et al (1998) Neurotopographic considerations in microsurgical treatment of small acoustic neurinomas. *J Neurosurg* 88:506–512
- Krause F (1903) Zur Freilegung der hinteren Felsenbeinfläche und des Kleinhirns. *Beitr Klin Chir* 37:728–764
- Kuball L, Wienke A (2015) Es kommt auf den Zugangsweg an: Akustikusneurinome auch zukünftig in HNO-ärztlicher Hand. *Laryngorhinootologie* 94(12):846–847
- Lang J, Samii A (1991) Retrosigmoidal approach to the posterior cranial fossa. An anatomical study. *Acta Neurochir* 111:147–153
- Matthies C, Samii M (1997) Direct brainstem recording of auditory evoked potentials during vestibular schwannoma resection: nuclear BAEP recording. Technical note and preliminary results. *J Neurosurg* 86(6):1057–1062
- Matthies C, Samii M (2002) Vestibular schwannomas and auditory function: options in large T3 and T4 tumors? *Neurosurgery* 48(6):461–470
- Mohr G, Sade B, Dufour JJ et al (2005) Preservation of hearing in patients undergoing microsurgery for vestibular schwannoma: degree of meatal filling. *J Neurosurg* 102(1):1–5
- Nakamura M, Roser F, Dormiani M, Samii M, Matthies C (2005) Intraoperative auditory brainstem responses in patients with cerebellopontine angle meningiomas involving the inner auditory canal: analysis of the predictive value of the responses. *J Neurosurg* 102:637–642
- Nakatomi H, Miyazaki H, Tanaka M, Kin T, Yoshino M, Oyama H, Usui M, Moriyama H, Kojima H, Kaga K, Saito N (2015) Improved preservation of function during acoustic neuroma surgery. *J Neurosurg* 122(1):24–33
- Preet K, Ong V, Sheppard JP et al (2020) Postoperative hearing preservation in patients undergoing retrosigmoid craniotomy for resection of vestibular schwannomas: a systematic review of 2034 patients. *Neurosurgery* 86(3):332–342
- Rahne T, Plöb S, Plontke SK, Strauss C (2017) Preoperative determination of nerve of origin in patients with vestibular schwannoma. *HNO* 65(12):966–972
- Rahne T, Plontke S, Vordermark D, Strauss C, Scheller C (2020) Hörklassen bei Patienten mit Vestibularisschwannom bei Verwendung deutschsprachiger Testverfahren. *HNO*. <https://doi.org/10.1007/s00106-020-00948-4>
- Rampf S, Rahne T, Plontke S, Strauss C, Prell J (2017) Intraoperatives Monitoring des N. cochlearis bei Eingriffen im Kleinhirnbrückenwinkel. *HNO* 65:413–418
- Saliba J, Friedman RA, Cueva RA (2019) Hearing preservation in vestibular schwannoma surgery. *J Neuro Surg B* 80:149–155
- Sass H, Miyazaki H, West N, Hansen S, Möller M, Thomasen P (2019) Extended retrolabyrinthine approach: results of hearing preservation surgery using a new system for continuous near real-time neuromonitoring in patients with growing vestibular Schwannomas. *Otol Neurotol* 40(5S Suppl 1):S72–S79
- Sass HCR, Miyazaki H, West N et al (2019) Extended retrolabyrinthine approach: results of hearing preservation surgery using a new system of continuous near real-time neuromonitoring in patients with growing vestibular schwannomas. *Otol Neurotol* 40:72–79
- Scheller C, Rampf S, Leisz S et al (2021) Prophylactic nimodipine treatment improves hearing outcome after vestibular schwannoma surgery in men: a subgroup analysis of a randomized multicenter phase III trial. *Neurosurg Rev* 44:1729–1735
- Schipper J (2015) Keynote lecture: moderne Schädelbasischirurgie-HNO Aspekte. 66. Jahrestagung der DGNC, Karlsruhe, 06.2015
- Stangerup S-E, Thomsen J, Caye-Thomasen P (2010) Long term hearing preservation in vestibular schwannoma. *Otol Neurotol* 31(02):271–275
- Sun D, Sullivan B, Kung R, Asklof M, Hansen M, Gantz B (2018) How well does intraoperative audiologic monitoring predict hearing outcome

- during middle fossa vestibular schwannoma resection? Otol Neurotol 39:908–915
34. Tatagiba M, Roser F, Schuhmann MU et al (2014) Vestibular schwannoma surgery via the retrosigmoid transmeatal approach. Acta Neurochir 156:421–425
35. Tatagiba MS, Roser F, Hirt B et al (2014) The retrosigmoidal endoscopic approach for cerebellopontine-angle tumors and microvascular decompression. World Neurosurg 82(6S):171–176
36. Weiss NM, Großmann W, Schraven S, Oberhoffner T, Mlynski R (2021) Neuromonitoring des N. cochlearis bei der Resektion des Vestibularisschwannoms mit simultaner Cochlea-implantation. HNO. <https://doi.org/10.1007/s00106-021-00996-4>

Fachnachrichten

Die Anaesthesiologie	Die Innere Medizin	Die Pathologie
Die Chirurgie	Die Kardiologie	Zeitschrift für Pneumologie
Die Dermatologie	Die MKG-Chirurgie	Die Psychotherapie
Die Diabetologie	Die Nephrologie	Die Radiologie
Die Gastroenterologie	Die Ophthalmologie	Die Unfallchirurgie
Die Gynäkologie	Die Orthopädie	Die Urologie

Und wenn der Facharzt eine Frau ist?

Im Zuge einer breit angelegten Gleichstellungsinitiative des Springer Medizin Verlages werden die bisherigen, auf männlichen Berufsbezeichnungen basierenden Titel durch neue, auf die Fachgebiete bezogene Titel ersetzt. Damit die Fachzeitschriften auch außen wieder up to date sind.

Die Fachzeitschriften des Springer Medizin Verlags gehen mit den berufs- und gesellschaftspolitischen Entwicklungen und erscheinen ab ihren Juni- bzw. Juliausgaben mit neuen Titeln. Das Titelkonzept trägt auch einem geänderten Umgang mit Sprache Rechnung und verfolgt das Prinzip, dass zukünftig das Fachgebiet und nicht mehr die männliche Berufsbezeichnung im Fokus steht. So wird aus „Der Internist“ ab Juni die Fachzeitschrift „Die Innere Medizin“, oder „Der Chirurg“ heißt künftig „Die Chirurgie“. Diese Änderungen betreffen 21 Zeitschriften, die bei Springer Medizin erscheinen und Teil der Fachverlagsgruppe Springer Nature sind. Sie sind eine von vielen Maßnahmen innerhalb Springer Nature. Auf dem Portal Springer Medizin: www.springermedizin.de/titelupdate findet sich eine Übersicht aller betreffenden Zeitschriften samt detaillierten Erklärungen zu Motiven und Hintergründen.

Die Medizin ist schon lange nicht mehr männlich, wie es noch zu Gründungszeiten einiger Springer Fachzeitschriften der Fall war. Seit 1999 machen Frauen eine klare Mehrheit unter den Studierenden aus, im Jahr 2020 belief sich ihr Anteil auf knapp zwei Drittel. Im Berufsalltag liegt der Frauenanteil bei fast 50%, in einigen Bereichen auch deutlich höher. „Diesem Wandel in der Medizin werden wir Rechnung tragen“, erklärt Dr. Paul Herrmann, Director Journals und ePublishing von Springer Medizin. „Als einer der führenden Verlage in der Wissenschaftskommunikation geben wir jetzt ein klares Signal und machen Geschlech-

tergerechtigkeit in der Medizin an dieser Stelle sichtbar.“

Unverändert bleibt bei den Springer Fachzeitschriften die inhaltliche Ausrichtung; diese unterliegen weiterhin einer praxisrelevanten Aufbereitung und Kommunikation von Forschungsergebnissen in den Fachgebieten. Ebenso garantiert wird eine kontinuierliche Sichtbarkeit innerhalb der internationalen Wissenschaftscommunity: Ein intensiver Austausch mit relevanten internationalen Wissenschaftsdatenbanken sowie deren Offenheit und Support für das Thema garantiert, dass der Wechsel der Titel ohne nachteilige Konsequenzen verlaufen wird und eine Listing oder ein vorhandener Impact Factor bestehen bleibt.

Mehr zur Titeländerung finden Sie auf www.springermedizin.de/titelupdate oder direkt über diesen QR-Code:

