



# **Stereotaktische Radiochirurgie zur Behandlung von interventionsbedürftigen Vestibularisschwannomen**

**Dokumentation der Anhörung zum  
Vorbericht**

Auftrag: N20-03  
Version: 1.0  
Stand: 20.09.2021

# Impressum

## Herausgeber

Institut für Qualität und Wirtschaftlichkeit im Gesundheitswesen

## Thema

Stereotaktische Radiochirurgie zur Behandlung von interventionsbedürftigen  
Vestibularisschwannomen

## Auftraggeber

Gemeinsamer Bundesausschuss

## Datum des Auftrags

05.11.2021

## Interne Auftragsnummer

N20-03

## Anschrift des Herausgebers

Institut für Qualität und Wirtschaftlichkeit im Gesundheitswesen  
Im Mediapark 8  
50670 Köln

Tel.: +49 221 35685-0  
Fax: +49 221 35685-1  
E-Mail: [berichte@iqwig.de](mailto:berichte@iqwig.de)  
Internet: [www.iqwig.de](http://www.iqwig.de)

# Inhaltsverzeichnis

	Seite
<b>Abkürzungsverzeichnis.....</b>	<b>iii</b>
<b>1 Dokumentation der Anhörung .....</b>	<b>1</b>
<b>Anhang A – Dokumentation der Stellungnahmen .....</b>	<b>2</b>

### Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bedeutung
IQWiG	Institut für Qualität und Wirtschaftlichkeit im Gesundheitswesen
SRS	Stereotactic Radiosurgery (stereotaktische Radiochirurgie)

## 1 Dokumentation der Anhörung

Am 09.06.2021 wurde der Vorbericht in der Version 1.0 vom 02.06.2021 veröffentlicht und zur Anhörung gestellt. Bis zum 07.07.2021 konnten schriftliche Stellungnahmen eingereicht werden. Insgesamt wurde 1 Stellungnahme form- und fristgerecht abgegeben. Diese Stellungnahmen sind im Anhang A abgebildet.

Da sich aus den schriftlichen Stellungnahmen keine Unklarheiten ergaben, war die Durchführung einer wissenschaftlichen Erörterung der Stellungnahmen nicht erforderlich.

Die im Rahmen der Anhörung vorgebrachten Aspekte wurden hinsichtlich valider wissenschaftlicher Argumente für eine Änderung des Vorberichts überprüft. Eine Würdigung der in der Anhörung vorgebrachten wesentlichen Aspekte befindet sich im Kapitel „Kommentare“ des Abschlussberichts. Im Abschlussbericht sind darüber hinaus Änderungen, die sich durch die Anhörung ergeben haben, zusammenfassend dargestellt. Der Abschlussbericht ist auf der Website des IQWiG unter [www.iqwig.de](http://www.iqwig.de) veröffentlicht.

**Anhang A – Dokumentation der Stellungnahmen**

# Inhaltsverzeichnis

	Seite
<b>A.1 – Stellungnahmen von Organisationen, Institutionen und Firmen .....</b>	<b>A 2</b>
<b>A.1.1 – Deutsche Gesellschaft für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, Kopf- und Hals-Chirurgie e. V. (DGHNO-KHC) .....</b>	<b>A 2</b>

## A.1 – Stellungnahmen von Organisationen, Institutionen und Firmen

### A.1.1 – Deutsche Gesellschaft für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, Kopf- und Hals-Chirurgie e. V. (DGHNO-KHC)

#### Autorinnen und Autoren

- Deitmer, Thomas
- Hagen, Rudolf
- Lenarz, Thomas
- Schipper, Jörg
- Schwager, Konrad
- Zahnert, Thomas

## **Stellungnahme zum Vorbericht**

**Berichtnr: N20-03**

**Titel: Stereotaktische Radiochirurgie zur Behandlung von interventionsbedürftigen Vestibularisschwannomen**

**Diese und die folgenden Seiten dieses Dokuments oder Ihre selbst erstellten und beigefügten Anlagen werden in dem Dokument „Dokumentation der Anhörung zum [Berichtsplan / Vorbericht]“ auf der Internetseite des IQWiG veröffentlicht.**

**Name, Vorname; Titel des/der Stellungnehmenden**

*Bitte nutzen Sie pro Person 1 Zeile.*

Prof. Dr. Thomas Zahnert, Dir. Univ.-HNO-Klinik Dresden

Prof. Dr. Thomas Lenarz, Dir. Univ.-HNO-Klinik, MHH Hannover

Prof. Dr. Konrad Schwager, Dir. HNO-Klinik, Klinikum Fulda

Prof. Dr. Rudolf Hagen, Dir. Univ.-HNO-Klinik Würzburg

Prof. Dr. Jörg Schipper, Dir. Univ.-HNO-Klinik Düsseldorf

Prof. Dr. Thomas Deitmer, Generalsekretär Dt. Gesell. f. HNO-Heilk. Kopf- und Hals-Chir.

**Die Abgabe der Stellungnahme erfolgt (bitte ankreuzen)**

- im Namen folgender Institution / Organisation: Deutsche Gesellschaft für HNO-Heilkunde, Kopf- und Halschirurgie e.V.**
- als Privatperson(en)**

**Die folgende Vorlage für eine Stellungnahme kann beliebig durch eigene Anlagen ergänzt oder ersetzt werden. Diese unterliegen denselben Vorgaben und der Veröffentlichung, wie oben dargestellt.**

**Stellungnahme zu allgemeinen Aspekten (optional)**

***Sofern Sie allgemeine Anmerkungen zum Dokument haben, tragen Sie diese bitte hier ein. Spezifische Aspekte adressieren Sie bitte in der folgenden Tabelle.***

## **Einleitung:**

Das Ziel des IQWiG Berichtes ist eine wissenschaftliche begründete Nutzenbewertung einer Behandlung mit einzeitiger stereotaktischer Radiochirurgie mit Linearbeschleunigern oder Kobalt-60-Gamma-Strahlungsquellen im Vergleich zu einer Behandlung mit mikrochirurgischer Resektion bei Patientinnen und Patienten mit einem interventionsbedürftigen Vestibularisschwannom hinsichtlich patientenrelevanter Endpunkte darzulegen.

Aus insgesamt 3 nicht randomisierten prospektiven vergleichenden Studien mit einer Nachbeobachtungszeit von etwa 2 Jahren wurden Ergebnisse zu patientenrelevanten Endpunkten für den Bericht verwendet mit dem Fazit, „*dass sich ein Anhaltspunkt für einen höheren Nutzen der stereotaktischen Radiochirurgie im Vergleich zur mikrochirurgischen Resektion für die Endpunkte die Endpunkte Gesichtslähmung, Hörvermögen und Krankenhausverweildauer zeigt.*“

## **Bewertung durch die DGHNO-KHC**

Ein „Anhaltspunkt“ ist von 3 Bewertungskriterien (Beleg, Hinweis und Anhaltspunkt) der Bewertungsgrad mit der schwächsten Aussagesicherheit. Dennoch kann die Bewertung „Anhaltspunkt“ zu Verschiebungen von Therapierichtlinien führen und ist deshalb mit großer Sorgfalt und Verantwortung anzuwenden.

Nach Einschätzung der DGHNO-KHC lässt sich ein Anhaltspunkt für einen höheren Nutzen der stereotaktischen Radiochirurgie im Vergleich zur mikrochirurgischen Resektion für die Endpunkte Gesichtsnervenlähmung und Hörvermögen weder aus den zur Bewertung herangezogenen Studien noch aus der aktuellen Studienlage ableiten.

Es ist deshalb lediglich die Aussage zulässig: „Es liegt derzeit kein Anhaltspunkt für einen (höheren) Nutzen oder höheren (Schaden) für die Endpunkte Gesichtsnervenlähmung und Hörvermögen vor“.

## **Begründung:**

### **Die Anzahl und die fehlende Aktualität der verwendeten Studien lässt die getroffene Bewertung nicht zu:**

Es wurden insgesamt 5 Studien rekrutiert, von denen nur 3 Studien für die Nutzungsbewertung herangezogen wurden. Keine der herangezogenen Studien war eine RCT Studie, keine der Studien hatte einen Studienregistereintrag, 2 von 3 Studien waren älter als 10 Jahre.

Sowohl die Mikrochirurgie als auch die Strahlentherapie haben sich in den letzten 10 Jahren durch Verbesserung der Bildgebung, dem Einsatz von Navigation und intraoperativem Monitorings als auch des mikrochirurgischen Instrumentariums weiterentwickelt, so dass die verwendetet Technik in der Studie von 2009 (Myrseth E. 2009) bzw. 2006 (Pollock BE, 2006) nicht dem aktuellen Stand entsprechen.

Eine von den 3 auserwählten Studien ist aktuell (Carlson ML, 2021). Gerade diese Studie kommt zu dem Schluss, dass sich die krankheitsspezifische Lebensqualität in den Therapiemodalitäten Mikrochirurgie und Strahlentherapie und Observation nicht unterscheiden. Lediglich für den Faktor Angst gab es einen statistisch signifikanten

Unterschied, der für die Mikrochirurgie sprach. Bezogen auf den Endpunkt Hören werden in der einzigen aktuellen Studie erhebliche methodische Mängel gesehen (s.Punkt 2).

### **Die Qualität der verwendeten Studien lässt die getroffene Bewertung nicht zu:**

Der Bewertungsprozess des IQWiG sieht vor, dass falls keine RCTs vorliegen, nicht randomisierte prospektive vergleichende Studien ausgewertet werden. Dazu zählen beispielsweise quasirandomisierte kontrollierte Studien, nicht randomisierte kontrollierte Studien mit aktiver Zuteilung der Intervention nach vorab geplanter Regel, prospektive vergleichende Kohortenstudien mit passiver Zuteilung der Intervention. Eine aktive Zuteilung der Intervention nach vorab geplanten Regeln ist in den vom IQWiG verwendeten Studien nicht erfolgt. Die Vergleichbarkeit der Intervention ist in Frage zu stellen.

In der **Studie von Carlson** (**Carlson ML, 2021**) wurden prospektiv 244 Patienten eingeschlossen, von denen 48 (20%) mit einer SRS und 118 (48%) mikrochirurgisch behandelt wurden. Abgesehen davon, dass die Gruppengröße der zu vergleichenden Kohorten nicht ausgeglichen ist, zeigen sich bei den Ausgangsbefunden statistische Unterschiede in prognostisch relevanten Faktoren. Beispielsweise war die Tumogröße bei den operierten Patienten statistisch signifikant größer als in der SRS Gruppe. Die Tumogröße ist ein prognostisch relevanter Faktor für den Hörerhalt in der Chirurgie, so dass hier die Vergleichbarkeit nicht gegeben ist. Methodisch problematisch ist weiterhin, dass 48% der Patienten über einen translabyrinthären Zugang operiert worden sind, ein Zugang der durch die Entfernung des Innenohres methodisch bedingt in 100% zur Ertaubung führt – welche der Patient von vornherein in Kauf nimmt. Das heißt, bei diesem Patienten war der Hörerhalt nicht das Ziel der Behandlung – so dass auch hier die Vergleichbarkeit nicht gegeben ist.

Die **Studie von Myrseth E.** (**Myrseth E. 2009**) ist eine nicht randomisierte prospektive Studie, bei der 63 Patienten mit SRS mit 28 Patienten verglichen wurden, die über einen suboccipitalen Zugang operiert wurden. Die Nachbeobachtungszeit betrug 2 Jahre für die Endpunkte Fazialisfunktion und Hörvermögen. Kritiken an der Studie sind, dass die genaue Tumogröße nicht angegeben wurde, d.h. ein wichtiger prospektiver Faktor fehlt in der Bewertung. Weiterhin wurde bei nur 6 Patienten versucht, den Hörnerven zu erhalten (bei allen anderen nicht). Damit ist auch hier die Vergleichbarkeit zum Hörerhalt nicht gegeben. Zudem wird die Studie kritisiert, weil sie eine Single –Center Studie und nach der Expertenmeinung mit den chirurgischen Ergebnissen unter dem Durchschnitt liegt (Jose N. Fayad, Derald E. Brackmann, 2009)

Die Studie von **Pollock** (**Pollock BE, 2006**) vergleicht als prospektive, nicht randomisierte Studie 46 Patienten mit SRS mit 36 mikrochirurgisch operierten Patienten. Von den operierten Patienten wurden 25 über einen retrosigmoidalen und 2 über einen middle fossa approach operiert. Bei 9 Patienten wurde ein translabyrinthärer Zugang gewählt, bei dem ein Hörerhalt nicht das Behandlungsziel war. Während für die extrameatal gelegenen Tumore eine vergleichbare Größenangabe angegeben wurde, fehlt die Größenangabe als prospektiver Wert für die intrakanalikular gelegenen Tumore. Auch hier wird ein prospektiver Faktor für die Hör- und Fazialisfunktion nicht beachtet.

### **Die Betrachtung der Endpunkte hat methodische Mängel:**

Als patientenbezogene Endpunkte wurden für die Nutzungsbetrachtung unter anderem die Morbiditäten Schwindel, Hörvermögen, Gesichtslähmung und andere neurologische Symptome sowie die Krankenhausverweildauer festgelegt.

Für die Betrachtung der Morbiditäten wurden ein Nachbeobachtungszeitraum von lediglich 2 Jahren herangezogen. Die Studienlage zeigt jedoch, dass beispielsweise für die Betrachtung des Hörvermögens dieser Beobachtungszeitraum zu kurz gefasst ist. Nach SRS nimmt das Hörvermögen nach Strahlentherapie kontinuierlich ab. Eine Metaanalyse ergab beispielsweise, dass nur 23% der bestrahlten Patienten nach 10 Jahren noch über ein für Hörgeräte nutzbares Hörvermögen verfügen (s.Tab.1). Ein Beobachtungszeitraum von nur 2 Jahren verzerrt die Kernaussage der Nutzungsbetrachtung. Für die Endpunkt betrachtung nach Strahlentherapie sollten nach Einschätzung der DGHNO-KHC Beobachtungszeiträume von mindestens 10 Jahren einbezogen werden.

Fragwürdig ist weiterhin die Betrachtung des Krankenhausaufenthaltes als Endpunkt, wenn in den Studien die Strahlentherapie ambulant durchgeführt wurde.

Autor	Patienten	Design	Serviceable Hearing nach 10 Jahren
Johnson S. 2019	871	Prosp. Datenbank	51%
Hasegawa T. 2018	92	Proved bord Datenbank	44%
Carlson ML.2018	44	Retrospektiv Datenbank	23%
Rasmussen R. 2012	42	Prospektiv Datenbank	38%
Roos DE 2011	50	Prospektiv Datenbank	23%
Chopra R. 2007	216	Prospektive Datenbank	44%
Watanabe S. 2016	183	retrosp. Datenbank	24%
Coughlin AR. 2018	2195	Syst. Review, 47 Studien	23%

Tab. 1: Literaturbeispiele für die Langzeitwirkung der SRS auf das Hörvermögen. Serviceable Hearing entspricht einem Resthörvermögen, welches noch mit konventionellen Hörgeräten teilweise kompensiert werden kann.

## **Die Einordnung der Untersuchungsergebnisse ist in dem Bericht unvollständig.**

Wie im Kapitel 5 beschrieben, weisen die 3 nicht randomisierten prospektiven vergleichenden Studien methodische Mängel auf, die sich in der qualitativen Ergebnissicherheit widerspiegeln. Dies wurde im Bericht des IQWiG auch kritisch festgehalten:

*„In allen Studien erfolgte die Zuteilung der Patientinnen und Patienten auf die Behandlungsarme nicht aktiv nach vorab geplanter Regel, sondern vorwiegend auf Wunsch der Patientinnen und Patienten. Infolgedessen ergaben sich Unterschiede in den Gruppengrößen und zwischen den Behandlungsgruppen hinsichtlich prognostischer Faktoren, wie beispielsweise Alter oder Tumogröße. Lediglich in der Studie Carlson 2021 wurden prognostisch relevante Faktoren in der Auswertung berücksichtigt. Allerdings bleibt in dieser Studie unklar, für welchen Anteil von Patientinnen und Patienten eine Erhebung mindestens teilweise retrospektiv erfolgte. Infolge der methodischen Mängel ist die qualitative Ergebnissicherheit in den 3 Studien mit sehr gering zu bewerten, sodass sich ein Anhaltspunkt für einen höheren Nutzen oder Schaden nur bei großen Effekten ergeben kann, die sich nicht allein durch Verzerrung erklären lassen (dramatischer Effekt)“.*

Diese Einschätzung ist falsch, wenn die sogenannten großen Effekte, wie Gesichtsnervenlähmung und Hörvermögen, von prognostisch relevanten Faktoren wie der Tumogröße, Tumorlage dem Ausgangshörvermögen und dem Alter abhängig sind, wie es bei der Mikrochirurgie aber auch SRS von Vestibularisschwannomen der Fall ist und die prognostischen Faktoren nicht in die Studienauswertung einbezogen wurden (Han MS. 2020; Tawfik KO. 2020;2021 Staecker H. 2000;).

## **Zusammenfassende Empfehlung:**

Da neben dem Schwindel die Gesichtsnervenlähmung und das Hörvermögen die Lebensqualität von Patienten mit Vestibularisschwannomen entscheidend mitbestimmen, sollte anhand der derzeitigen Datenlage die endpunktübergreifende Aussage des Berichtes durch die Aussage ersetzt werden:

**„Es gibt keinen Anhaltspunkt für einen höheren Nutzen der stereotaktischen Radiochirurgie im Vergleich zur mikrochirurgischen Resektion für die Endpunkte Gesichtslähmung und Hörvermögen“.**

Es wird darüber hinaus empfohlen, in die Nutzungsbewertung die Größe und Lage der Tumoren, das Patientenalter, das Ausgangshörvermögen sowie den Zugangsweg mit einzubeziehen, da diese Parameter die Endpunkte entscheidend mitbestimmen und damit den Aussagewert verbessern können. Es sollten nur Nutzungsbewertungen anhand von Studien mit einer Nachbeobachtungszeit von mindestens 10 Jahren herangezogen werden, um für den Endpunkt Hörvermögen die toxische Langzeitwirkung der Strahlentherapie nicht zu ignorieren. Nicht zuletzt wäre der Erhalt des Hörnervs in seiner Anatomie und Funktion eine Betrachtung wert, weil sich daraus die Möglichkeit der Wiederherstellung der Hörfunktion durch ein Cochleaimplantat ergibt.

Weiterhin sollte beachtet werden, dass sich die Zielpunkte der Methoden massiv unterscheiden: Ein Ziel der SRS ist es, eine Tumorkontrolle zu erreichen. Das Ziel der Mikrochirurgie ist in der Regel die komplette Entfernung des Tumors. Angesichts dieser unterschiedlichen Ziele ist zu beachten, dass bei neuerlichem Wachstum (12%) eines solchen Tumors nach SRS die mikrochirurgische Resektion die einzige verbleibende Option

**Sofern Sie allgemeine Anmerkungen zum Dokument haben, tragen Sie diese bitte hier ein. Spezifische Aspekte adressieren Sie bitte in der folgenden Tabelle.**

ist und angesichts der Vernarbungen nach SRS zu funktionell schlechteren Ergebnissen bezüglich des Hörvermögens und der Gesichtsnervenfunktion führt ( Watanabe S. 2015; Misra BK, 2019). Zu beachten ist auch, dass sekundär notwendige Operationen dann oftmals in ein höheres Lebensalter des Patienten mit erhöhten Komorbiditäten fallen. Die Beratung und Empfehlung über Therapieoptionen bei einem Vestibularisschwannom sollte deshalb sehr langfristige Perspektiven beachten, die über eine Studiendauer von 2 Jahren hinausgehen.

Da es sich um zwei konkurrierende oder sich möglicherweise ergänzende Methoden handelt (Radiotherapie vs. Mikrochirurgie), eine Bewertung für den individuellen Patienten erhebliche Bedeutung hat und auch versorgungsmedizinisch wichtige Aspekte berührt werden, wird empfohlen zu erwägen, ob nicht eine Erprobungsstudie des G-BA aufgelegt werden sollte.

(Bitte fügen Sie weitere Zeilen an, falls dies notwendig sein sollte.)

**Stellungnahme zu spezifischen Aspekten (optional)**

Kapitel/ Abschnitt (Seite) im Dokument	Stellungnahme mit Begründung sowie vorgeschlagene Änderung <i>Die Begründung sollte durch entsprechende Literatur belegt werden. Die Literaturstellen, die zitiert werden, müssen eindeutig benannt und im Anhang im Volltext beigelegt werden.</i>
Pressemitteilung	<p><b>Zur Pressemitteilung:</b></p> <p>Der Bericht wurde zusammen mit einer Pressemitteilung des IQWiG bekannt gegeben, deren Überschrift und Anmoderation hier wiedergegeben sind:  <i>„Gutartige Tumoren am Gleichgewichtsnerv: Stereotaktische Radiochirurgie zeigt Vorteile“</i></p> <p><i>Werden behandlungsbedürftige Vestibularisschwannome bestrahlt statt mikrochirurgisch entfernt, kommt es seltener zu Gesichtslähmungen, Gehörverlust und Krankenhausaufenthalten. Stellungnahmen zum Vorbericht bitte bis zum 07.Juli 2021“</i></p> <p>Wir möchten darauf hinweisen, dass diese Pressemitteilung die Ergebnisse des Berichtes so tendenziös wiedergibt, dass eine Parteilichkeit oder Befangenheit des IQWiG in der Synopse von Bericht und Pressemitteilung nicht ausgeschlossen werden können. Dies ist umso bedauerlicher, dass aus wissenschaftlicher Sicht diese Aussage nicht haltbar ist. Das IQWiG hat bei der Studienauswahl gegen seine</p>

<b>Kapitel/ Abschnitt (Seite) im Dokument</b>	<b>Stellungnahme mit Begründung sowie vorgeschlagene Änderung</b> <i>Die Begründung sollte durch entsprechende Literatur belegt werden. Die Literaturstellen, die zitiert werden, müssen eindeutig benannt und im Anhang im Volltext beigefügt werden.</i>
	eigens aufgestellten Regeln verstößen (keine aktive Zuteilung auf die Behandlungsarme...) und Langzeitverläufe außer Acht gelassen.
	<u>Anmerkung:</u>  <u>Vorgeschlagene Änderung:</u>

(Bitte fügen Sie weitere Zeilen an, falls dies notwendig sein sollte.)

## Literaturverzeichnis

*Bitte verwenden Sie zur Auflistung der zitierten Literatur möglichst eine nummerierte Referenzliste und behalten Sie diese Nummerierung bei der Benennung der Dateien (Volltexte) bei.*

1. Carlson ML, Barnes JH, Nassiri A et al. Prospective Study of Disease-Specific Quality-of-Life in Sporadic Vestibular Schwannoma Comparing Observation, Radiosurgery, and Microsurgery. Otol Neurotol 2021; 42(2): e199-e208.
2. Myrseth E, Moller P, Pedersen PH et al. Vestibular schwannoma: surgery or gamma knife radiosurgery? A prospective, nonrandomized study. Neurosurgery 2009; 64(4): 654-661; discussion 661-653.
3. Pollock BE, Driscoll CL, Foote RL et al. Patient outcomes after vestibular schwannoma management: a prospective comparison of microsurgical resection and stereotactic radiosurgery. Neurosurgery 2006; 59(1): 77-85; discussion 77-85.
4. Johnson S, Kano H, Faramand A, Pease M, Nakamura A, Hassib M, Spencer D, Sisterson N, Faraji AH, Arai Y, Monaco E, Nirajan A, Flickinger JC, Lunsford LD. Long term results of primary radiosurgery for vestibular schwannomas. J Neurooncol. 2019 Nov;145(2):247-255. doi: 10.1007/s11060-019-03290-0. Epub 2019 Sep 18. PMID: 31535315.
5. Watanabe S, Yamamoto M, Kawabe T, Koiso T, Yamamoto T, Matsumura A, Kasuya H. Stereotactic radiosurgery for vestibular schwannomas: average 10-year follow-up results focusing on long-term hearing preservation. J Neurosurg. 2016 Dec;125(Suppl 1):64-72. doi: 10.3171/2016.7.GKS161494. PMID: 27903183.

6. Hasegawa T, Kato T, Yamamoto T, Naito T, Kato N, Torii J, Ishii K. Long-term hearing outcomes after gamma knife surgery in patients with vestibular schwannoma with hearing preservation: evaluation in 92 patients with serial audiograms. *J Neurooncol.* 2018 Jun;138(2):283-290. doi: 10.1007/s11060-018-2784-x. Epub 2018 Apr 17. PMID: 29667085.
7. Rasmussen R, Claesson M, Stangerup SE, Roed H, Christensen IJ, Cayé-Thomassen P, Juhler M. Fractionated stereotactic radiotherapy of vestibular schwannomas accelerates hearing loss. *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* 2012 Aug 1;83(5):e607-11. doi: 10.1016/j.ijrobp.2012.01.078. Epub 2012 May 5. PMID: 22560549.
8. Roos DE, Potter AE, Zacest AC. Hearing preservation after low dose linac radiosurgery for acoustic neuroma depends on initial hearing and time. *Radiother Oncol.* 2011 Dec;101(3):420-4. doi: 10.1016/j.radonc.2011.06.035. Epub 2011 Jul 7. PMID: 21741718.
9. Chopra R, Kondziolka D, Niraj A, Lunsford LD, Flickinger JC. Long-term follow-up of acoustic schwannoma radiosurgery with marginal tumor doses of 12 to 13 Gy. *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* 2007 Jul 1;68(3):845-51. doi: 10.1016/j.ijrobp.2007.01.001. Epub 2007 Mar 26. PMID: 17379451.
10. Coughlin AR, Willman TJ, Gubbel SP. Systematic Review of Hearing Preservation After Radiotherapy for Vestibular Schwannoma. *Otol Neurotol.* 2018 Mar;39(3):273-283. doi: 10.1097/MAO.0000000000001672. PMID: 29342035; PMCID: PMC5807198.
11. Carlson ML, Vivas EX, McCracken DJ, Sweeney AD, Neff BA, Shepard NT, Olson JJ. Congress of Neurological Surgeons Systematic Review and Evidence-Based Guidelines on Hearing Preservation Outcomes in Patients With Sporadic Vestibular Schwannomas. *Neurosurgery.* 2018 Feb 1;82(2):E35-E39. doi: 10.1093/neuros/nyx511. PMID: 29309683.
12. Han MS, Jung S, Lim SH, Kim IY, Moon KS, Jung TY, Jang WY. What Clinicians Should Consider to Determine a More Beneficial Treatment Strategy for Small to Medium Sized Vestibular Schwannoma With Serviceable Hearing: A Single Surgeon's Long-term Outcome of Microsurgery and Gamma Knife Radiosurgery. *Otol Neurotol.* 2020 Sep;41(8):1122-1130. doi: 10.1097/MAO.0000000000002721. PMID: 32569150.
13. Tawfik KO, Alexander TH, Saliba J, Mastrodimos B, Cueva RA. The Effect of Tumor Size on Likelihood of Hearing Preservation After Retrosigmoid Vestibular Schwannoma Resection. *Otol Neurotol.* 2020 Dec;41(10):e1333-e1339. doi: 10.1097/MAO.0000000000002882. PMID: 33492810.
14. Tawfik KO, Alexander TH, Saliba J, Ren Y, Mastrodimos B, Cueva RA. Preoperative Sudden Hearing Loss May Predict Hearing Preservation After Retrosigmoid Resection of Vestibular Schwannoma. *Otol Neurotol.* 2021 Jul 1;42(6):923-930. doi: 10.1097/MAO.0000000000003088. PMID: 33606470.

15. Staeker H, Nadol JB Jr, Ojemann R, Ronner S, McKenna MJ. Hearing preservation in acoustic neuroma surgery: middle fossa versus retrosigmoid approach. Am J Otol. 2000 May;21(3):399-404. doi: 10.1016/s0196-0709(00)80051-4. PMID: 10821555.
16. Misra BK, Churi ON. Microsurgery of Vestibular Schwannoma Post-radiosurgery. Neurol India. 2019 Sep-Oct;67(5):1274-1278. doi: 10.4103/0028-3886.271243. PMID: 31744957.