

# 听神经瘤显微外科手术后残余肿瘤的定义、复发时间及其临床意义

王星宇, 舒月, 李林峰, 石爽, 吴越, 钟东\*

重庆医科大学附属第一医院神经外科, 重庆

收稿日期: 2026年1月3日; 录用日期: 2026年1月28日; 发布日期: 2026年2月5日

## 摘要

显微外科手术治疗是听神经瘤目前最主要的治疗方式, 而放射治疗可作为特定条件下的备选方案或术后补充治疗。随着患者对生活质量要求的不断提高, 手术策略逐步转变为在保护患者面、听神经功能的前提下尽可能多地切除肿瘤。然而, 对于术后残余肿瘤及接受放射治疗的患者, 目前仍缺乏长期随访数据来表明多少大小的残余肿瘤易复发以及接受放射治疗患者的肿瘤进展如何。因此, 本文对当前显微外科手术治疗听神经瘤术后肿瘤残余的不同形式、残余量及常见残余位置进行系统综述, 以期通过规范的随访研究听神经瘤复发问题, 并为肿瘤手术策略提供建议。

## 关键词

听神经瘤, 显微外科手术, 残余肿瘤, 复发, 伽马刀

## Definition, Recurrence Time and Clinical Significance of Residual Tumor after Microsurgery for Vestibular Schwannoma

Xingyu Wang, Yue Shu, Linfeng Li, Shuang Shi, Yue Wu, Dong Zhong\*

Neurosurgery Department of The First Affiliated Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing

Received: January 3, 2026; accepted: January 28, 2026; published: February 5, 2026

## Abstract

Microsurgery is the main treatment for vestibular schwannoma, and radiotherapy can be used as

\*通讯作者。

文章引用: 王星宇, 舒月, 李林峰, 石爽, 吴越, 钟东. 听神经瘤显微外科手术后残余肿瘤的定义、复发时间及其临床意义[J]. 临床医学进展, 2026, 16(2): 1128-1134. DOI: [10.12677/acm.2026.162494](https://doi.org/10.12677/acm.2026.162494)

an alternative or postoperative supplementary treatment under specific conditions. With the continuous improvement of patients' requirements for quality of life, the surgical strategy has gradually changed to remove as many tumors as possible on the premise of protecting the facial and auditory nerve function of patients. However, there is still a lack of long-term follow-up data for postoperative residual tumors and patients receiving radiotherapy to show how large and small residual tumors are prone to recurrence and how tumor progression occurs in patients receiving radiotherapy. Therefore, this article systematically reviews the different forms, residual amounts and common residual locations of tumor residues after microsurgical treatment of vestibular schwannoma, in order to study the recurrence of vestibular schwannoma through standardized follow-up, and provide suggestions for tumor surgery strategies.

## Keywords

Vestibular Schwannoma, Microsurgery, Residual Tumor, Recurrence, Gamma Knife

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

听神经瘤(vestibular schwannoma, VS)是起源于第八对颅神经的良性肿瘤,也是颅内最常见的良性肿瘤之一,占有颅内肿瘤的6%~8%,是最常见的桥小脑角区的肿瘤[1]。显微外科手术切除仍然是听神经瘤治疗的金标准,特别是对于大型肿瘤(最大径 > 3 cm)或伴有明显神经功能障碍的患者,尽管显微外科技术不断进步,但由于肿瘤与面神经、脑干等重要结构的紧密粘连,完全切除仍面临挑战。残余肿瘤的复发问题严重影响患者的长期预后和生活质量。

近年来,听神经瘤的治疗理念发生了重要转变,从追求肿瘤全切除转向在神经功能得到保护的情况下尽可能地切除绝大部分肿瘤的治疗策略[2]。目前,“近全切除”(near-total resection, NTR)、“次全切除”(subtotal resection, STR)和术后联合立体定向放射外科(stereotactic radiosurgery, SRS)的治疗策略逐渐获得广泛认可[3][4],这一转变基于以下认识:1)听神经瘤为良性肿瘤,生长缓慢;2)完全切除可能增加面神经和听神经损伤风险;3)立体定向放射外科(SRS)对残余肿瘤控制具有一定效果。因此,“最大化安全切除”的理念逐渐被广泛接受,即在不损伤重要神经功能的前提下,尽可能多地切除肿瘤,残余部分可辅以SRS治疗。

这种以神经功能保护为核心的治疗模式,特别适用于大型听神经瘤或肿瘤与周围重要结构粘连紧密的病例。然而,不完全切除所导致的肿瘤残留可能增加术后复发风险,进而影响患者的神经功能和生活质量。因此,深入探讨残留肿瘤的临床特征及其与复发时间的关系具有重要的临床意义。

另外,残留肿瘤的体积和位置是影响听神经瘤术后复发时间的关键决定因素[5][6]。此外,分子病理标志物(如Ki-67增殖指数)在预测肿瘤复发风险中的价值也日益受到关注。本文系统综述了显微外科手术治疗听神经瘤后肿瘤残留的定义、体积计算方法、常见残留位置及其与复发时间的相关性,并详细阐述了当前治疗策略的最新进展,以为临床制定个体化治疗方案提供循证医学证据。

## 2. 显微外科手术后残留听神经瘤的定义

听神经瘤显微外科手术后的残留肿瘤定义细分较多,可分为术中肉眼可见的残余、显微镜和内镜

下可见的残余以及术后影像学上的残余。不同形式的残余对应着不同的肿瘤残留量，并可能导致不同的肿瘤复发时间。残余形式包括：术中肉眼可见的残余肿瘤、显微镜下可见的残余肿瘤、神经内镜下可见的残余肿瘤、影像学上的残余肿瘤。

目前，显微外科术后的残余肿瘤被广泛定义为术后的影像学检查上所能看到的残留部分。术后影像学检查也被认为是判断是否存在残余肿瘤最常用、最广泛且最具价值的方法[3]，通常采用钆增强磁共振成像(gadolinium-enhanced MRI)。

影像学上的残余肿瘤通常按残余大小分为三类：全切除(gross-total resection, GTR)指在显微镜下可视化的完整肿瘤切除，且在术后增强 MRI 上得到确认；近全切除(near-total resection, NTR)指因肿瘤粘附于关键结构(如面神经、脑干等)而留下残余肿瘤的不完全切除，术中在显微镜下可见残余，但在术后 MRI 上可能表现为不可见，或存在小于  $5\text{ mm} \times 5\text{ mm} \times 2\text{ mm}$  的残余；次全切除(subtotal resection, STR)指在术后增强 MRI 上存在大于  $5\text{ mm} \times 5\text{ mm} \times 2\text{ mm}$  的任何残余肿瘤的不完全切除[3]。

术后一般选择 3~6 个月的 MRI 影像作为判断是否存在残余肿瘤的诊断依据[7] [8]。这是因为在某些特殊情况下，术后短时间复查磁共振可能发现术区类似残余肿瘤的异常强化影。由于听神经瘤通常为良性肿瘤，术中切除肿瘤时会阻断肿瘤的血供，残余的肿瘤可能会逐渐萎缩，因此强化影会随着时间的推移变小甚至消失。最终残存的强化影可能并非肿瘤而是周围的包膜[9] [10]。因此，临床上通常以术后 3~6 个月的头颅 MRI 作为判断术后是否存在残余肿瘤的基准。

### 3. 残余听神经瘤体积的计算

在术后头颅增强磁共振中，准确计算残余肿瘤体积对于预后评估和随访策略制定至关重要。目前临床上常用的体积计算方法包括线性测量和体积评估两大类。

#### 3.1. 切片参数设置

计算残余肿瘤体积时，切片厚度通常选取 1~5 mm，切片间隔为相邻切片中心之间的距离，需注意是否存在重叠切片[1]。如果使用分段测量体积，则需对每个层面的切片进行单独计算，一般重复测量三次取平均值。将平均切片面积乘以切片间隔得到切片体积，再将所有切片体积相加得到肿瘤总体积。对于残余在内听道的肿瘤部分和桥小脑角区的部分，可以分别测量后相加得到总体积[11]。

#### 3.2. 常用体积计算公式

##### 3.2.1. 多田公式

多田公式(长 × 宽 × 高 ×  $\pi/6$ )是目前临床上应用最广泛的体积计算方法，适用于残余肿瘤体积较规则的情况的估算[7]。该方法操作简便，但由于听神经瘤形态常不规则，多田公式可能存在一定误差。

##### 3.2.2. 分段体积测量

对于复杂形状的残余肿瘤，需要通过累加法来计算体积，即对各层肿瘤的面积进行测量并乘以层厚度，得到肿瘤的总体积[12]。尽管分段体积测量被认为是较准确的方法，但它需要复杂的计算系统支持，临床应用受限。

#### 3.3. 新型体积测量方法

最新的研究中，Balossier 等[7]选取了 3D T1 增强 MRI，比较了四种基于线性测量的体积测量方法(5 轴、3 轴、3 轴平均和 1 轴)与分段体积测量方法。结果显示，5 轴体积测量在所有评估方法中与分段体积测量的一致性最好，不受肿瘤形状的影响。

### 3.4. 不同测量方法的准确性比较

近年来,随着影像技术的发展,关于听神经瘤体积测量准确性的研究日益增多。Li 等的文献综述发现,在相关文献中,大多数病例系列使用线性测量量化了听神经瘤的大小[12],样本量从 600 余例至 2000 余例不等。目前用于报告听神经瘤大小的测量技术在大型临床研究中缺乏一致性[13]。

### 3.5. 临床应用建议

鉴于残余肿瘤大小对复发时间的重要影响,应准确评估该参数。对于单部位的、规则的残余肿瘤体积计算,建议使用多田公式进行;对于多部位的、不规则的残余肿瘤体积计算,可以使用分段体积测量。在有条件的情况下,推荐采用 5 轴体积测量法或基于人工智能的自动化分割方法,以提高测量的准确性和可重复性[7] [13]。

## 4. 残余肿瘤的位置

在听神经瘤手术中,为了保护颅底重要结构,医生可能会留下部分肿瘤。这些残余肿瘤通常位于内听道、桥小脑角、肿瘤脑干端等位置[6]。此外,为挽救面神经并避免损伤重要的颅内神经和血管等,医生可能会选择留下一小部分肿瘤,因此面神经周围也是肿瘤常见的残余部位。

### 4.1. 内听道底部

内听道底部是听神经瘤最常见的残余部位之一。由于该位置深在,若内听道内肿瘤较多,则常需磨开内听道处理或在内镜下处理或使用特殊的器械处理内听道内肿瘤,若未能在术中直视下确认无肿瘤残余,则很可能会有肿瘤残余[14]。内听道内的肿瘤残余不仅增加了复发的风险,还可能影响术后听力的保留。因此,术中应尽可能在内镜辅助下仔细检查内听道底部,确保肿瘤完全切除。

### 4.2. 脑干端

对于脑干端的肿瘤,若术中肿瘤与脑干粘连密切,在处理此部位肿瘤时可能引起患者生命体征变化,因此术者可能会在脑干端残余部分肿瘤。

### 4.3. 面神经周围

面神经是听神经瘤手术中最重要的保护结构之一。当面神经与肿瘤粘连紧密时,强行剥离可能导致面神经损伤,引起术后面瘫。因此,为了保护面神经功能,术者可能会选择在与面神经粘连处留下少量肿瘤组织[15]。这种策略虽然可能增加肿瘤残余的风险,但可以显著改善术后面神经功能预后。

### 4.4. 大型肿瘤的处理策略

对于大型肿瘤(>3 cm),根据相关文献研究,可以只切除部分肿瘤,进行次全切除,之后让患者接受放射治疗以达到控制肿瘤生长的目的。这种外科手术联合放射治疗的方法在面神经功能和听力保留方面优于单独的全切除或近全切除,且具有良好的肿瘤控制和功能保护率[16]。

### 4.5. 不同位置残余肿瘤的临床意义

残余肿瘤的位置是影响复发时间的独立危险因素[5]。最常见的残余部位为内听道底部和肿瘤脑干端。不同位置的残余肿瘤具有不同的生长模式和复发风险。内听道内和脑干旁的残余肿瘤由于空间狭小,即使体积较小也可能引起症状复发;而位于桥小脑角区内的残余肿瘤可能有更大的生长空间,早期可能无明显症状,但随着体积增大可逐渐出现压迫症状。

## 5. 残余肿瘤体积与复发时间的相关性

目前研究表明,残余肿瘤的复发时间受到多种因素影响,其中残余肿瘤的大小和位置对听神经瘤术后的复发时间起到决定性作用[5][6]。残余肿瘤体积通常以术后初次复查的头颅磁共振增强为参考进行计算,但需注意,术后初次复查MRI的目的不是诊断早期复发,而是作为进一步比较的基线,因为对于检测复发,连续成像比单次术后MRI的结果更重要。

在术后首次MRI(术后3~6月)上,无增强或线性增强的患者,无论切除程度如何,复发风险较小;接受GTR和NTR并在术后首次MRI上伴有结节性增强的患者处于中等风险;而接受STR且伴有结节性增强的患者通常复发较早。相关研究表明,术后首次MRI上最大线性直径 $\geq 15$  mm或残余测量体积 $\geq 0.4$  cm<sup>3</sup>与未来增长的风险呈正相关( $P < 0.02$ ) [3]。

同时也有研究表明,GTR后5年无进展生存率为96.3%,显著高于STR后的84.5% ( $p = 0.03$ )。研究发现残余体积0.60 cm<sup>3</sup>是复发的最佳阈值。残余体积 $\geq 0.60$  cm<sup>3</sup>的患者,无论是否接受辅助立体定向放射治疗,5年无进展生存率均为76.0%,显著低于接受GTR或残余体积 $< 0.60$  cm<sup>3</sup>的STR患者( $p < 0.01$ ) [6]。

为确定前庭神经鞘瘤残余肿瘤体积的最佳临界值,相关研究表明残余肿瘤体积临界值为6.4 cm<sup>3</sup>时,再配合伽马刀等放射指令,对肿瘤控制和面神经功能保留有很好的效果,残余体积 $< 6.4$  cm<sup>3</sup>组的5年无进展生存率为93.3%,而 $\geq 6.4$  cm<sup>3</sup>组的为69.3% ( $p = 0.014$ ) [17]。

## 6. 囊性听神经瘤

囊性听神经瘤在临床表现和早期手术结果方面与实性肿瘤存在差异。囊性听神经瘤通常生长更快,体积更大,且术后复发风险更高[14]。另外,一些研究表明,对于囊性听神经瘤[18]免疫组织化学研究发现,囊性听神经瘤中Ki-67阳性细胞的密度是实性肿瘤的36倍,表明囊性听神经瘤体积增大可能是由于囊腔扩张而非肿瘤细胞实际增殖率增加所致。这一发现对于囊性听神经瘤的管理具有重要意义,建议对此类患者采取更积极的治疗策略,避免采用观察等待的策略。

## 7. 显微外科术后残余听神经瘤的治疗

显微外科手术术后残余听神经瘤的治疗方案需要根据肿瘤大小、生长速度、患者症状以及前期手术情况等综合决定。治疗策略主要包括观察随访、立体定向放射外科治疗、再次手术以及联合治疗等。

### 7.1. 观察与随访

临床上,目前对于无症状或症状轻微的小残留肿瘤( $< 5$  mm  $\times$  5 mm  $\times$  2 mm)或生长缓慢(Ki-67  $< 5\%$ )的肿瘤,可以选择观察与随访。而观察等待策略较适用于年老体弱、手术风险高或拒绝进一步治疗的患者。然而,需要注意的是,即使是小残留肿瘤,仍有生长风险,特别是存在结节性增强的患者[13]。因此,选择观察随访的患者需要进行定期的影像学监测。

### 7.2. 立体定向放射外科治疗

对于术后残留( $> 5$  mm  $\times$  5 mm  $\times$  2 mm)或复发的中小型肿瘤( $< 3$  cm),或患者不愿再次手术或者有外科手术禁忌的情况,可以选择立体定向放射外科(SRS) [17] [19] [20]。对于中小型听神经瘤,SRS已成为了非常常见的治疗选择。近年来的高质量研究为SRS治疗中小型听神经瘤提供了强有力的循证医学证据[21]。一般来讲,对于大型听神经瘤(Koos分级III~IV级)的首选治疗还是显微外科手术切除。

### 7.3. 计划性次全切除联合SRS

对于大型听神经瘤,计划性次全切除(STR)联合辅助SRS的治疗策略在实现肿瘤控制和功能保护方

面显示出良好的效果[22]。

## 8. 总结与展望

显微外科手术切除听神经瘤后残余肿瘤的大小和位置对术后复发时间起到决定性作用。术后 3~6 个月首次复查头颅/内听道增强 MRI 上, 若存在大于  $5\text{ mm} \times 5\text{ mm} \times 2\text{ mm}$  的不完全切除或结节状强化影, 则肿瘤复发率高、复发时间早; 若存在内听道内、脑干端残余肿瘤影, 则肿瘤复发率高、复发时间早。

现有研究推荐的听神经瘤术后随访方案为: 选择头颅/内听道增强 MRI, 随访时间 5~10 年, 从术后 3~6 个月为第一次随访时间开始计算。判断是否存在残余肿瘤, 应尽量以术后头颅/内听道增强 MRI 为基础, 残余肿瘤定义为影像上存在大于  $5\text{ mm} \times 5\text{ mm} \times 2\text{ mm}$  的残余部分或结节状强化影。

对于残余肿瘤的体积计算, 目前有多种方案, 且尚无统一标准。目前应用最广泛的方法为: 增强 MRI 上单部位的残余肿瘤使用线性测量多田公式进行计算; 而多部位的残余体积, 则计算每个部分的体积再相加。在有条件的情况下, 可以采用 5 轴体积测量法或基于人工智能的自动化分割方法。

此外, 目前有研究报道对于直径小于  $3\text{ cm}$  或体积小于  $15.6\text{ cm}^3$  的听神经瘤, 放射治疗可以实现有效控制, 但目前长期随访结果尚不能充分说明残余肿瘤是否复发以及接受放射治疗患者的肿瘤是否进展。

本文综述了如何更准确地定义显微外科手术术后听神经瘤的残余及残余肿瘤的后续治疗方案, 为寻找个体化的治疗方案和改善患者的预后提供思路。明确了听神经瘤术后残余肿瘤的复发病规律及其影响因素。切除程度是影响复发的最重要因素, 残余肿瘤大小和位置也显著影响预后。这些发现为临床决策提供了重要依据, 有助于制定个体化的治疗和随访策略。随着功能保护理念的普及, 如何在保证神经功能的前提下实现长期肿瘤控制, 将是未来听神经瘤治疗的重要方向。本研究为此提供了有价值的综述, 但仍需更多高质量的研究进一步验证和完善。

## 作者贡献

王星宇、舒月、李林峰负责查阅文献、起草文章、分析解释数据; 石爽、吴越负责技术或材料支持、指导; 钟东负责课题监管与指导, 文章的审阅及修订。

## 利益冲突

所有作者均声明不存在利益冲突。

## 参考文献

- [1] Connor, S.E.J. (2021) Imaging of the Vestibular Schwannoma: Diagnosis, Monitoring, and Treatment Planning. *Neuroimaging Clinics of North America*, **31**, 451-471. <https://doi.org/10.1016/j.nic.2021.05.006>
- [2] Fuentes, S., Arkha, Y., Pech-Gourg, G., Grisoli, F., Dufour, H. and Régis, J. (2008) Management of Large Vestibular Schwannomas by Combined Surgical Resection and Gamma Knife Radiosurgery. In: Régis, J. and Roche, P.-H., Eds., *Progress in Neurological Surgery*, Karger, 79-82. <https://doi.org/10.1159/000156709>
- [3] Carlson, M.L., Van Abel, K.M., Driscoll, C.L., Neff, B.A., Beatty, C.W., Lane, J.I., et al. (2012) Magnetic Resonance Imaging Surveillance Following Vestibular Schwannoma Resection. *The Laryngoscope*, **122**, 378-388. <https://doi.org/10.1002/lary.22411>
- [4] Tewarie, I.A., Senko, A.W., Jessurun, C.A.C., Zhang, A.T., Hulsbergen, A.F.C., Rendon, L., et al. (2023) Predicting Leptomeningeal Disease Spread after Resection of Brain Metastases Using Machine Learning. *Journal of Neurosurgery*, **138**, 1561-1569. <https://doi.org/10.3171/2022.8.jns22744>
- [5] Egiz, A., Nautiyal, H., Alalade, A.F., Gurusinge, N. and Roberts, G. (2022) Evaluating Growth Trends of Residual Sporadic Vestibular Schwannomas: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Neuro-Oncology*, **159**, 135-150. <https://doi.org/10.1007/s11060-022-04051-2>
- [6] Nandoliya, K.R., Khazanchi, R., Winterhalter, E.J., Youngblood, M.W., Karras, C.L., Jain, R., et al. (2024) Extent of Resection and Progression-Free Survival in Vestibular Schwannoma: A Volumetric Analysis. *Journal of Neurosurgery*, **142**,

- 230-238. <https://doi.org/10.3171/2024.4.jns24157>
- [7] Balossier, A., Delsanti, C., Troude, L., Thomassin, J., Roche, P. and Régis, J. (2023) Assessing Tumor Volume for Sporadic Vestibular Schwannomas: A Comparison of Methods of Volumetry. *Stereotactic and Functional Neurosurgery*, **101**, 265-276. <https://doi.org/10.1159/000531337>
- [8] Miller, M.E., Lin, H., Mastrodimos, B. and Cueva, R.A. (2017) Long-Term MRI Surveillance after Microsurgery for Vestibular Schwannoma. *The Laryngoscope*, **127**, 2132-2138. <https://doi.org/10.1002/lary.26525>
- [9] Fieux, M., Zaouche, S., Rabaste, S., Riche, B., Maucourt-Boulch, D. and Tringali, S. (2020) MRI Monitoring of Residual Vestibular Schwannomas: Modeling and Predictors of Growth. *Otology & Neurotology*, **41**, 1131-1139. <https://doi.org/10.1097/mao.0000000000002742>
- [10] Kabashi, S., Ugurel, M., Dedushi, K. and Mucaj, S. (2020) The Role of Magnetic Resonance Imaging (MRI) in Diagnostics of Acoustic Schwannoma. *Acta Informatica Medica*, **28**, 287-291. <https://doi.org/10.5455/aim.2020.28.287-291>
- [11] Long, S.A., Arriaga, M. and Nelson, R.A. (1993) Acoustic Neuroma Volume: MRI-Based Calculations and Clinical Implications. *The Laryngoscope*, **103**, 1093-1096. <https://doi.org/10.1288/00005537-199310000-00003>
- [12] Li, D., Tsimpas, A. and Germanwala, A.V. (2015) Analysis of Vestibular Schwannoma Size: A Literature Review on Consistency with Measurement Techniques. *Clinical Neurology and Neurosurgery*, **138**, 72-77. <https://doi.org/10.1016/j.clineuro.2015.08.003>
- [13] Sethi, M., Borsetto, D., Tysome, J., et al. (2025) British Skull Base Society Consensus on Vestibular Schwannoma Surveillance. *Journal of Neurological Surgery Part B: Skull Base*, **86**, 619-625.
- [14] Yashar, P., Zada, G., Harris, B. and Giannotta, S.L. (2012) Extent of Resection and Early Postoperative Outcomes Following Removal of Cystic Vestibular Schwannomas: Surgical Experience over a Decade and Review of the Literature. *Neurosurgical Focus*, **33**, E13. <https://doi.org/10.3171/2012.7.focus12206>
- [15] Bernardeschi, D., Pyatigorskaya, N., Vanier, A., Bielle, F., Smail, M., Lamas, G., et al. (2018) Role of Electrophysiology in Guiding Near-Total Resection for Preservation of Facial Nerve Function in the Surgical Treatment of Large Vestibular Schwannomas. *Journal of Neurosurgery*, **128**, 903-910. <https://doi.org/10.3171/2016.11.jns161737>
- [16] Radwan, H., Elserry, T., Eisenberg, M.B., Knisely, J.P.S., Ghaly, M.M. and Schulder, M. (2021) Subtotal Resection Followed by Adjuvant Radiosurgery for Large Vestibular Schwannomas: Outcomes with Regard to the Timing and Regimen of Irradiation. In: Chernov, M.F., et al., Eds., *Gamma Knife Neurosurgery in the Management of Intracranial Disorders II*, Springer International Publishing, 1-5. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-69217-9\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-030-69217-9_1)
- [17] Lee, W.J., Lee, J., Choi, J., Kong, D., Nam, D., Cho, Y., et al. (2021) Optimal Volume of the Residual Tumor to Predict Long-Term Tumor Control Using Stereotactic Radiosurgery after Facial Nerve-Preserving Surgery for Vestibular Schwannomas. *Journal of Korean Medical Science*, **36**, e102. <https://doi.org/10.3346/jkms.2021.36.e102>
- [18] Charabi, S., Klinken, L., Tos, M. and Thomsen, J. (1994) Histopathology and Growth Pattern of Cystic Acoustic Neuromas. *The Laryngoscope*, **104**, 1348-1352. <https://doi.org/10.1288/00005537-19941000-00006>
- [19] Dalouis, A., Cazzador, D., Concheri, S., Tealdo, G. and Zanoletti, E. (2024) Long-Term Hearing Outcome for Vestibular Schwannomas after Microsurgery and Radiotherapy: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Otolaryngology—Head and Neck Surgery*, **171**, 1670-1681. <https://doi.org/10.1002/ohn.910>
- [20] Romiyo, P., Ng, E., Dejam, D., Ding, K., Sheppard, J.P., Duong, C., et al. (2019) Radiosurgery Treatment Is Associated with Improved Facial Nerve Preservation versus Repeat Resection in Recurrent Vestibular Schwannomas. *Acta Neurochirurgica*, **161**, 1449-1456. <https://doi.org/10.1007/s00701-019-03940-2>
- [21] Tucker, D.W., Gogia, A.S., Donoho, D.A., Yim, B., Yu, C., Fredrickson, V.L., et al. (2019) Long-Term Tumor Control Rates Following Gamma Knife Radiosurgery for Acoustic Neuroma. *World Neurosurgery*, **122**, 366-371. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2018.11.009>
- [22] van de Langenberg, R., Hanssens, P.E.J., van Overbeeke, J.J., Verheul, J.B., Nelemans, P.J., de Bondt, B., et al. (2011) Management of Large Vestibular Schwannoma. Part I. Planned Subtotal Resection Followed by Gamma Knife Surgery: Radiological and Clinical Aspects. *Journal of Neurosurgery*, **115**, 875-884. <https://doi.org/10.3171/2011.6.jns101958>