

前庭神经鞘瘤面神经功能保护策略及治疗研究进展

王东 岳树源

【摘要】 前庭神经鞘瘤的治疗目标已从最初的单纯切除肿瘤、降低病死率和病残率逐渐向神经功能保留、生命质量提高发展,如何实现患者获益最大化成为现代神经外科医师的责任和挑战。本文在复习文献的基础上紧密结合临床实践,重点阐述前庭神经鞘瘤术中面神经功能保护的手术技巧,总结近年来前庭神经鞘瘤手术策略的变化并展望治疗发展趋势。

【关键词】 神经瘤,听; 面神经; 神经外科手术; 综述

Advances in treatment of vestibular schwannoma and strategy for facial nerve function protection

WANG Dong, YUE Shu-yuan

Department of Neurosurgery, Tianjin Medical University General Hospital, Tianjin 300052, China

Corresponding author: WANG Dong (Email: zdongwang@tmu.edu.cn)

【Abstract】 The goal of vestibular schwannoma treatment has gradually evolved from simple resection of the tumor and reduction of mortality and disability to the preservation of neurological function and improvement of quality of life. How to maximize the benefit of patients has become the challenge and responsibility of modern neurosurgeons. In this article, we review the literature and focus on the surgical techniques for intraoperative facial nerve protection in vestibular schwannoma, summarize the changes in surgical strategies for vestibular schwannoma in recent years, and look forward to the treatment trends.

【Key words】 Neuroma, acoustic; Facial nerve; Neurosurgical procedures; Review

This study was supported by the Beijing-Tianjin-Hebei Cooperation Project [No. 19JCZDJC64600 (Z)] and the Project of Tianjin Clinical Medical Research Center for Neurological Diseases (No. 15ZXLCSY00060).

Conflicts of interest: none declared

前庭神经鞘瘤又称听神经瘤,主要起源于内耳道前庭神经鞘膜施万细胞,并向颅内膨胀性生长的良性肿瘤,约占颅内肿瘤的8%,是脑桥小脑角(CPA)区最常见的肿瘤^[1]。由于肿瘤周围毗邻重要神经血管,使其外科手术存在挑战。随着现代显微外科手术、术前多模态影像学融合、术中电生理监测和立体定向放射治疗(SRT)技术的进步,前庭神经鞘瘤的处理策略不断改变,并逐步强调个体化治疗和多学科协作综合治疗。尽管国内外均有伽马刀治疗大型前庭神经鞘瘤同样有优势的报道^[2-3],但

外科手术仍是目前治疗 Koos 3 级及以上前庭神经鞘瘤的主要方法,且重点依然是术中面神经功能保护。本文拟在复习文献的基础上紧密结合临床实践,重点阐述术中面神经功能保护的技巧,总结近年来前庭神经鞘瘤手术策略的变化并展望治疗发展趋势。

一、手术技术、解剖知识的提高是前庭神经鞘瘤手术治疗的核心

1. 手术入路的选择 前庭神经鞘瘤的治疗目标已从最初的单纯手术切除肿瘤、降低病死率和病残率逐步向最大限度保留神经功能、提高生命质量发展。经乙状窦后入路、经迷路入路、经耳蜗入路、经中颅底入路均为前庭神经鞘瘤的手术入路,其中经乙状窦后入路和经迷路入路的临床应用最普遍^[4-6],我国目前主要以枕下经乙状窦后入路为经典手术入路^[7],其优势在于:(1)采用该入路开颅,简洁、快

doi: 10.3969/j.issn.1672-6731.2021.12.013

基金项目:京津冀专项项目[项目编号:19JCZDJC64600(Z)];天津市神经系统疾病临床医学研究中心项目(项目编号:15ZXLCSY00060)

作者单位:300052 天津医科大学总医院神经外科

通讯作者:王东,Email: zdongwang@tmu.edu.cn

速,且入路相关解剖结构为神经外科医师所熟知。(2)该入路为术者提供从小脑幕至枕骨大孔的颅后窝视野,可以充分显露脑桥小脑角区结构和第 V ~ XI 对脑神经,为脑干端的肿瘤分离、血管处理提供良好的术野和操作空间。(3)无论肿瘤大小均可通过该入路完成切除,并有可能避免患者听力丧失。(4)该入路手术相关并发症发生率低,既可以避免经迷路入路的过多骨质磨除、耗时长、听力丧失,又可以避免经中颅底入路的颞叶牵拉损伤。(5)肿瘤最大径 < 1.5 cm 时,该入路面神经功能保留率与经迷路入路和经中颅底入路相比无明显差异,肿瘤最大径 > 2 cm 时,该入路面神经功能保留率显著高于其他入路^[8]。

2. 肿瘤囊内减压是始动环节 对于体积较大的肿瘤,分离肿瘤囊壁前须行囊内减压。绝大多数情况下,面神经被推挤到术野内肿瘤前下方,但仍有少数情况面神经分布于肿瘤背侧^[9]。因此,囊内减压前应先行肿瘤背侧神经电生理监测,确认无面神经等重要神经分布后,再切开蛛网膜和肿瘤包膜进行囊内切除,如果肿瘤质地较韧,可采用超声吸引手术刀(CUSA)。囊内减压过程中,除较粗大动脉出血需电凝止血外,术野渗血可采用大口径吸引器或超声吸引手术刀快速切除大部瘤体后,再以明胶海绵和棉条压迫止血,多可达到满意效果。囊内减压应充分,尤其是对于大型前庭神经鞘瘤更重要。囊内减压后,残留瘤壁的理想厚度为 2 ~ 3 mm,便于提高取瘤镊牵拉瘤壁的顺应性,使肿瘤与神经界面更清晰,更易分离,从而减少神经组织的过度牵拉,同时尽可能保留面神经血供,避免电凝灼伤。

3. 内耳道后壁的开放及封堵 除肿瘤完全位于脑桥小脑角池无需骨质磨除外,充分显露内耳道后壁已成为目前全切除肿瘤、保护面神经功能的标准手术操作。内耳道平均直径约 4 mm,总长度(9 ± 0.9) mm;后半规管紧贴内耳道基底,位于内耳道口外侧 8 ~ 10 mm 处;颈静脉球顶至内耳道的平均距离为 5.9 mm(左侧)和 2.7 mm(右侧)。除常规 MRI 检查明确内耳道肿瘤情况外,术前应行颞骨 CT 薄层扫描以评估乳突气房是否突入内耳道后壁,是否存在高位颈静脉球,再综合判断内耳道的磨除范围。骨性后半规管突向内侧的程度限制打开内耳道后壁的长度,颈静脉球穹顶突向上方的程度限定打开内耳道后壁的宽度。笔者的临床经验是,内耳道的磨除范围应适度,尤其是后壁不建议超过 8 mm,否则

可能因牵拉前庭水管表面硬膜而打开后半规管或内淋巴管,导致听力丧失,并可能增加气房开放和颈静脉球损伤的风险^[10]。此外,磨除内耳道骨质时,可尝试超声吸引手术刀自带的磨骨功能,较之传统磨钻有明显优势,磨刀非切割损伤,具有较好的神经血管保护作用;磨骨过程自带冲水系统,可持续降温,避免神经热损伤;磨骨速度较快且不产生大量骨粉,有利于保持术野清晰,加快手术进程。术后无论岩骨气房是否开放,均需骨蜡严密封堵,亦可以肌肉浆辅助化学胶固定。只有充分开放内耳道,扩大显露术野,才有条件于显微镜直视下操作,进而保护面神经结构和功能。

4. 肿瘤包膜结构 关于前庭神经鞘瘤起源于蛛网膜内层还是蛛网膜外层尚存争议。20 世纪 70 年代, Yasargil 和 Fox^[11]首次提出前庭神经鞘瘤起源于内耳道底、蛛网膜外层的假说,但“蛛网膜外层发生发展”理论被 Lescanne 等^[12]和 Ohata 等^[13]质疑,认为肿瘤部分双层蛛网膜结构的形成随着肿瘤生长不同时期而变化,大多数肿瘤起源于蛛网膜下层。故应尽可能贴近肿瘤包膜进行分离。前庭神经鞘瘤的包膜结构究竟为何?数十年来,多位神经外科医师通过术中观察和术后病理学检查对其进行描述,却始终无定论^[14-15]。2009 年, Sasaki 等^[16]通过手术标本的病理切片观察到肿瘤表面连续薄层结缔组织,并认为这层“肿瘤包被”是残留的前庭神经组织,由神经束膜及其内神经纤维组成。2016 年, Tomio 等^[17]首次对内耳道内前庭神经鞘瘤最外层的膜样结构进行描述,近内耳道口前庭神经鞘瘤周围包裹一层较厚(> 500 μm)的结缔组织层,与硬脑膜相连但密度低于硬脑膜,位置更靠近肿瘤表面,且内包含微小血管,可能为肿瘤提供血供,并将之称为硬膜样膜。2019-2021 年,天津医科大学总医院对不同肿瘤部位(肿瘤包膜游离面、面神经与肿瘤交界面、近内耳道口硬膜样膜、肿瘤脑干端包膜)包膜结构进行病理学研究,结果显示:(1)位于脑桥小脑角池内的肿瘤游离面可见表面 HE 染色呈稍深红色、Masson 染色呈蓝色的极薄(< 10 μm)结缔组织层,其下可见免疫组化染色 S-100 蛋白(S-100)和髓鞘碱性蛋白(MBP)呈棕色的神经纤维层,再其下为 S-100 染色呈较深棕色的肿瘤实体,这两种组织之间无清晰界限(图 1)^[18]。(2)面神经与肿瘤交界面可见 S-100 染色呈棕色的面神经纤维、非典型神经纤维层及其下肿瘤细胞,以及 MBP 染色呈棕色的面神经纤

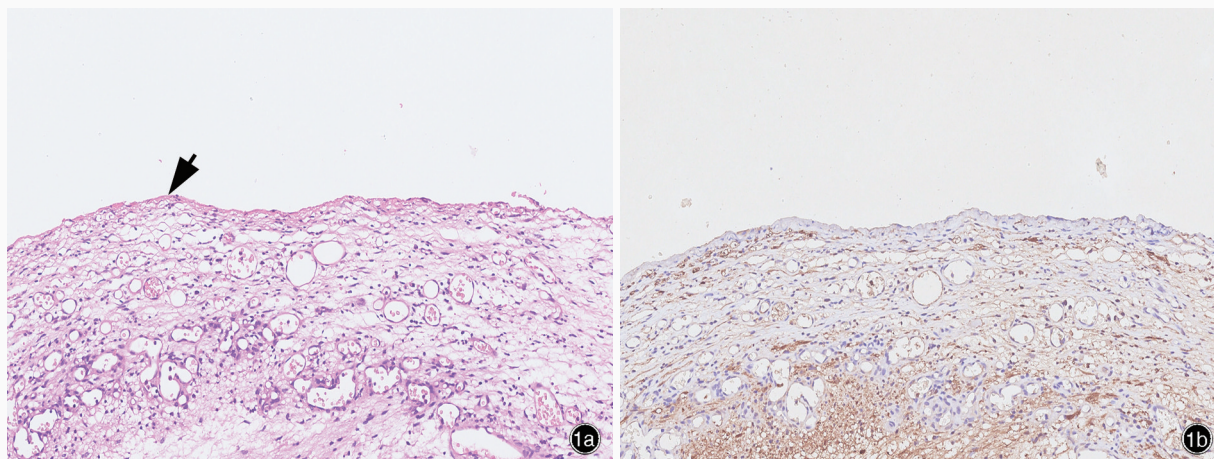


图 1 手术楔形切割前庭神经鞘瘤,获取完整肿瘤游离面,术后病理学检查所见^[18] ×200 1a HE 染色难以分辨不同来源组织,最外层极薄的神经束膜染色相对较深(箭头所示) 1b S-100 免疫组化染色可见肿瘤组织和神经纤维呈棕色,肿瘤细胞由排列疏松向排列紧密逐渐过渡

Figure 1 Different modes of pathological examination for intraoperative wedge cutting of the tumor to obtain the free surface of the intact tumor^[18]. ×200 Difficulty in distinguishing between tissues of different origin by HE staining, the outermost very thin nerve bundle membrane structure with relatively dark staining (arrow indicates, Panel 1a). S-100 stained both tumor tissue and nerve fibers brown. Gradual transition from loosely arranged tumor cell structure to closely arranged tumor cell structure (Panel 1b).

维及与之交叉的非典型神经纤维层。面神经纤维与非典型神经纤维交叉形成神经纤维交叉层,其与肿瘤实体之间有清晰界限。但在同一组织标本连续切片的另一部分中,可见 MBP 染色呈棕色的面神经纤维与非典型神经纤维的交叉层内充满 MBP 阴性肿瘤细胞,神经纤维交叉层与肿瘤实体界限不清。(3)近内耳道口可见一层较硬脑膜疏松的结缔组织覆盖在肿瘤表面,与肿瘤界限清晰。但同一组织切片的另一部分 HE 染色可见较硬脑膜疏松的结缔组织与肿瘤实体无清晰界限。(4)近脑干端的肿瘤包膜与脑干界限不清、粘连紧密,HE 染色可见大量肿瘤细胞。由此可见,前庭神经鞘瘤表面有一层极薄($< 10 \mu\text{m}$)的神经束膜,其下可能存在由神经纤维组成的结缔组织层($> 100 \mu\text{m}$);近内耳道口的前庭神经鞘瘤有时包绕较厚($> 500 \mu\text{m}$)的结缔组织层形成硬膜样膜,并与硬脑膜相连。除蛛网膜外,其他包膜成分均可能浸润肿瘤细胞。因此,唯有正确地认识前庭神经鞘瘤的膜性结构,方可最大限度切除肿瘤、保护神经结构。如果前庭神经鞘瘤与面神经/前庭蜗神经交界面无粘连,可以沿面神经或者前庭蜗神经束膜外切除肿瘤;如果前庭神经鞘瘤与面神经/前庭蜗神经交界面轻度粘连,需沿包膜(前庭神经纤维)下锐性切除肿瘤;如果前庭神经鞘瘤与面神经/前庭蜗神经交界面重度粘连,虽然沿包膜下锐性分离可能残留部分肿瘤细胞,但可以更好地保

护面神经功能。

二、手术技术的革新是辅助神经外科医师的有力武器

1. 术前多模态影像学检查 颅底外科已从第一阶段的“裸眼神经外科时代”发展至第二阶段的“显微颅底外科时代”,并逐渐步入第三个阶段的“影像学辅助微侵袭颅底外科时代”。各种新技术的应用,使神经外科医师在实时解剖呈现的基础上进行手术,不仅提高肿瘤全切除率,而且降低手术并发症发生率,达到精准治疗^[19-20]。扩散张量成像(DTI)进行白质纤维术示踪业已成为术前预判肿瘤侵袭重要神经传导束的标准方法,可精准重建脑池段脑神经的纤维素成像技术尚处于探索阶段^[21]。最新研究显示,纤维素成像可以实现病变区域目标神经的重建,与术中对比,其准确率高达 94%^[22]。天津医科大学总医院的研究显示,在高场强(3.0T)MRI 下,通过调整信号强度、兴趣区(ROI)选择、扩散方向和扫描层厚等关键参数,使神经外科医师术前即可了解面神经走行及其与肿瘤的位置关系,做到术中有的放矢,缩短频繁探查、寻找、判断重要神经的时间,从而缩短手术时间^[23];同时还可以减少术中面神经损伤,提高面神经解剖保留率^[24]。

2. 术中神经电生理监测 2016 年,《听神经瘤多学科协作诊疗中国专家共识》^[25]将术中多通道神经电生理监测作为前庭神经鞘瘤术中的必备监测。

结合临床实践,应注意其局限性,如自发性面神经肌电图与激发性肌电图虽可以动态监测面神经功能,但肌肉松弛药的应用显著影响其敏感性,增加复合麻醉药剂量、减少肌肉松弛药剂量可以较好维持激发性肌电图的敏感性,而自发性面神经肌电图则难以维持有指导意义的信号,如果不应用肌肉松弛药,则无法保障术中的绝对制动,这一矛盾的解决尚待进一步探索。

3. 神经内镜技术 20 世纪 90 年代,国外已有内镜辅助显微镜处理内耳道残留前庭神经鞘瘤的报道^[26]。近年来,神经内镜技术在颅底外科的应用越来越普及,体现出其独特优势。单纯神经内镜下前庭神经鞘瘤切除术的报道较少且多为单中心研究,尚难以与传统开颅手术进行客观疗效对比。但国内外越来越多的研究显示,神经内镜辅助传统显微镜手术可以提高肿瘤全切除率,有利于术中保护面神经功能,并减少过多骨质磨除导致的并发症^[27]。神经内镜技术的优点为:(1)神经内镜可以增加显微镜视角的盲区,必要时还可采用 30°镜头进行观察和操作,由于视角改变,可以减少内耳道后壁骨质的磨除,常规情况下向后磨除 4~5 mm 即可显著减少骨迷路或颈静脉球损伤的可能。(2)神经内镜可以提高局部术野亮度,近距离观察内耳道内结构全貌,精细显露神经、血管及其与肿瘤的位置关系,准确、全面评估内耳道内肿瘤切除程度和神经损伤程度。需强调的是,应用内镜时应注意操作的规范,切勿因为使用内镜而造成额外的神经损伤,并注意内镜光源局部持续照射引起热损伤的潜在风险。

三、个性化综合治疗可能改变传统治疗策略

前庭神经鞘瘤的治疗目的是全切除肿瘤的同时,最大限度保护面神经功能,但对于大型前庭神经鞘瘤仍属挑战^[28-29]。为更多保留面神经功能、维持患者生活质量,神经外科医师可能选择肿瘤与面神经、脑干粘连紧密部位遗留部分肿瘤以减轻对面神经、脑干的损伤^[30],然而与全切除肿瘤相比较,术后面神经功能良好率[House-Brackmann(HB)面神经功能分级 I 级和 II 级]是否明显增加、肿瘤复发是否与肿瘤切除程度相关,尚待进一步探讨。手术全切除是中型和大型前庭神经鞘瘤的首选治疗方法^[1,5,31],然而有时并不适宜全切除,如术中生命体征变化、肿瘤粘连程度高、高龄患者和患者不同诉求等。面神经保护的获益是否超过肿瘤复发的风

险,是首次手术选择全切除肿瘤而无法保留面神经解剖完整,还是保留面神经解剖完整而残留部分肿瘤,始终难有定论,即使是最新版《听神经瘤多学科协作诊疗中国专家共识》也未能给出明确回答。

表 1 总结不同时期、不同学科前庭神经鞘瘤全切除与未全切除的面神经功能保留率和肿瘤复发率^[32-39],试图找出治疗策略上有意义的提示。

Zhang 等^[33]和 Schwartz 等^[37]认为,术后面神经功能与肿瘤切除范围相关,肿瘤近全切除(NTR)组和肿瘤次全切除(STR)组面神经功能保留率高于肿瘤全切除(GTR)组;而 Monfared 等^[35]和 Seol 等^[39]校正 3 组术前肿瘤大小差异后发现,尽管术后短期 STR 组面神经功能保留率明显高于 NTR 组和 GTR 组,但是术后 1 年 3 组面神经功能保留率无显著差异,未全切除肿瘤的复发率为 6%~39%。Monfared 等^[35]、Schwartz 等^[37]和 Seol 等^[39]认为,肿瘤切除程度与肿瘤复发率显著相关;而 Mastronardi 等^[40]和 Sughrue 等^[38]则发现,残留肿瘤与肿瘤复发率无显著关联性。Park 等^[41]进行平均 69 个月的随访,可见 83% 的术中残留肿瘤患者的肿瘤体积逐步缩小;而全切除肿瘤的患者亦可出现肿瘤复发^[1,33,38],推测可能与肿瘤生物学特性有关,细胞和血管因素同样可以影响肿瘤复发^[42-43]。尽管目前尚无法从文献分析中得出肿瘤切除程度与面神经功能保护、肿瘤复发率的直接关系,但大多数研究认为,保留粘连紧密的少量肿瘤组织可以更好地保护面神经功能。各项研究结果不一致的原因为:(1)不同研究中 3 组基线肿瘤大小不同,NTR 组和 STR 组肿瘤通常大于 GTR 组。(2)不同术者对于 GTR、NTR 和 STR 的定义不同,多数术者定义 NTR 为肿瘤切除程度 95%~99%,仅遗留小部分薄层,定义 STR 为肿瘤切除程度 90%~95%;也有部分术者仅以模糊的“很小”、“极薄”定义 NTR 和 STR。(3)相关文献来自神经外科和耳鼻咽喉头颈外科甚至医疗中心的综合报道,不同学科对手术入路和肿瘤切除程度的理解不同,易导致研究结果各异。既往数十年,前庭神经鞘瘤全切除后,总体面神经解剖保留率提高至 90%~98%,但对于巨大型前庭神经鞘瘤,面神经解剖保留率仅为 45%~88%^[8,32]。晚近研究显示,部分医疗中心前庭神经鞘瘤全切除率呈下降趋势,但面神经功能保留率并无明显增加,考虑与近年手术治疗病例中伽马刀治疗后复发以及大型肿瘤次全切除、部分切除和术后复发比例升高,导致手术全切除肿瘤、面神经

表 1 前庭神经鞘瘤不同切除程度下面神经功能保留率和肿瘤复发率

Table 1. Comparison of the tumor resection with the rate of facial nerve function preservation and recurrence rate

文献来源	病例数	手术入路	肿瘤大小(cm)	手术切除程度	HB 分级 I / II 级比例	肿瘤复发率	随访时间(月)
Grinblat 等 ^[32] (2021)	389	经乙状窦后入路	>3	GTR 77.4% NTR 9.5% STR 13.2%	总体 36.8%	GTR— NTR— STR 19.6%	>12
Zhang 等 ^[33] (2016)	203	经乙状窦后入路	>4	GTR 58 例 NTR 103 例 STR 42 例	GTR 58.6% NTR 79.6% STR 83.3%	GTR 3.4% NTR 7.8% STR 19%	39.7 ± 18.3 (12 ~ 72)
黄翔等 ^[34] (2016)	657	经乙状窦后入路	>4	GTR 556 例 NTR 99 例 STR 2 例	总体 32.9%	总体 1.9%	59.6 (6 ~ 191)
Monfared 等 ^[35] (2016)	73	经乙状窦后入路(21 例) 经迷路入路(52 例)	≥2.5	GTR 12 例 NTR 22 例 STR 39 例	总体 81%	GTR 8.3% NTR 9.1% STR 28.2%	38 (12 ~ 96)
Chen 等 ^[36] (2014)	111	经迷路入路	2.9(1 ~ 5) 3.22(2 ~ 5)	NTR 73 例 STR 38 例	NTR 49.3% STR 47.4%	NTR 0 STR 18.4%	45.4 (12 ~ 156)
Schwartz 等 ^[37] (2013)	400	经乙状窦后入路	≥2.5	GTR 325 例 NTR 44 例 STR 31 例	GTR 77% NTR 97% STR 96%	GTR 3% NTR 21% STR 22%	50 (10.8 ~ 127.2)
Sughrue 等 ^[38] (2011)	772	经中颅底入路(140 例) 经乙状窦后入路(267 例) 经迷路入路(365 例)	1.9 ± 0.05 2.7 ± 0.13 3.1 ± 0.10	GTR 571 例 NTR 89 例 STR 112 例	—	GTR 8.8% NTR 19% STR 18%	37 (3 ~ 266)
Seol 等 ^[39] (2006)	116	经乙状窦后入路(100 例) 经迷路入路(11 例) 经耳蜗入路(2 例) 经岩后入路(3 例)	2 ~ 7	GTR 26 例 NTR 32 例 STR 58 例	GTR 30.8% NTR 46.9% STR 46.6%	GTR 3.8% NTR 9.4% STR 27.6%	55 (24 ~ 188)

—, no data, 无数据。GTR, gross total resection, 肿瘤全切除; NTR, near total resection, 肿瘤近全切除; STR, subtotal resection, 肿瘤次全切除; HB, House-Brackmann, House-Brackmann 面神经功能分级

功能保留困难有关。

前庭神经鞘瘤随访研究显示, 肿瘤呈进行性生长、稳定生长、顿挫生长、静止和缩小共 5 种生长模式。晚近一项纳入 247 例前庭神经鞘瘤患者的研究显示, 约 14.17% (35/247) 肿瘤呈逐渐缩小状态^[44]。Marinelli 等^[45] 纳入 592 例前庭神经鞘瘤患者, 发现即使病变早期呈进展性生长, 也有 46% 的内耳道内型、32% 的脑桥小脑角池型前庭神经鞘瘤 3 年内无进展。一项来自美国的调查推测, 截至 2026 年, 约有 50% 的前庭神经鞘瘤患者将以保守治疗作为首选治疗方式^[46], 鉴于此, 提出了“对于无生命危险的前庭神经鞘瘤是否更趋向于随访观察”的争论。2021 年, *N Engl J Med* 发表文章指出, 在平均 2.6 ~ 7.3 年的随访中, 仅 22% ~ 48% 的前庭神经鞘瘤生长, 并建议脑桥小脑角区最大径 < 1.5 cm 的肿瘤应更多采取影像学随访^[1]。此外, 伽马刀治疗前庭神经鞘瘤效果良好的报道日益增多, 其中不乏大型前庭神经鞘瘤放射治疗同样有效且面神经永久性损伤率 < 1% 的报道^[47-48]。上述多种因素相互影响, 使前庭神经鞘瘤的治疗策略呈现多样化。在现阶段缺乏高水平多中心随机对照临床试验证据指导治疗决策的情况下, 对于大多数小型或中型前庭神经鞘瘤, 有多种合理的治疗选择, 包括影像学密切随

访、手术切除或立体定向放射治疗; 对于大型前庭神经鞘瘤, 目前仍主要采取显微手术, 必要时辅以术后放疗的治疗策略。

综上所述, 随着基础与临床研究的深入, 未来前庭神经鞘瘤的治疗策略可能出现较大变化, 但目前尚缺乏高水平多中心随机对照临床试验证据明确、规范治疗策略之前, 仍应通过努力提高自身手术技术, 根据肿瘤包膜类型锐性分离界面, 尽可能为符合手术指征的患者一期全切除肿瘤, 并最大限度保留面神经功能, 避免因术者自身原因和非手术治疗策略的影响, 使患者不得不选择替代治疗方案, 这是神经外科医师的挑战, 也是责任!

利益冲突 无

参 考 文 献

- [1] Carlson ML, Link MJ. Vestibular schwannomas [J]. *N Engl J Med*, 2021, 384:1335-1348.
- [2] Tosi U, Lavieri MET, An A, Maayan O, Guadix SW, DeRosa AP, Christos PJ, Pannullo S, Stieg PE, Brandmaier A, Knisely JPS, Ramakrishna R. Outcomes of stereotactic radiosurgery for large vestibular schwannomas: a systematic review and meta-analysis [J]. *Neurooncol Pract*, 2021, 8:405-416.
- [3] Hasegawa T, Kato T, Naito T, Tanei T, Ishii K, Tsukamoto E, Okada K. Long-term outcomes of sporadic vestibular schwannomas treated with recent stereotactic radiosurgery techniques [J]. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2020, 108:725-733.

- [4] Kim KH, Cho YS, Seol HJ, Cho KR, Choi JW, Kong DS, Shin HJ, Nam DH, Lee JI. Comparison between retrosigmoid and translabyrinthine approaches for large vestibular schwannoma: focus on cerebellar injury and morbidities [J]. *Neurosurg Rev*, 2021, 44:351-361.
- [5] Goldbrunner R, Weller M, Regis J, Lund-Johansen M, Stavrinou P, Reuss D, Evans DG, Lefranc F, Sallabanda K, Falini A, Axon P, Sterkers O, Fariselli L, Wick W, Tonn JC. EANO guideline on the diagnosis and treatment of vestibular schwannoma [J]. *Neuro Oncol*, 2020, 22:31-45.
- [6] Link MJ, Driscoll CLW, Feng Y, Peris-Celda M, Graffeo CS. Retrosigmoid approach for resection of large cystic vestibular schwannoma [J]. *J Neurol Surg B Skull Base*, 2019, 80(Suppl 3): 285.
- [7] Xu BN, Zhou DB, Bu B, Zhang YZ, Yu XG, Wei SB. Surgical treatment of acoustic neuroma and functional preservation of facial acoustic nerve: a report of 310 cases [J]. *Zhonghua Shen Jing Wai Ke Za Zhi*, 2004, 20:121.[许百男, 周定标, 卜博, 张远征, 余新光, 魏少波. 听神经瘤手术治疗与面听神经功能保留(310例报告)[J]. *中华神经外科杂志*, 2004, 20:121.]
- [8] Zou P, Zhao L, Chen P, Xu H, Liu N, Zhao P, Lu A. Functional outcome and postoperative complications after the microsurgical removal of large vestibular schwannomas via the retrosigmoid approach: a meta-analysis [J]. *Neurosurg Rev*, 2014, 37:15-21.
- [9] Lei T, Li L. Prevention of facial nerve injury in acoustic neuroma microsurgery [J]. *Zhonghua Wai Ke Za Zhi*, 2008, 46: 58-60.[雷霆, 李龄. 听神经瘤显微手术面神经损伤的预防 [J]. *中华外科杂志*, 2008, 46:58-60.]
- [10] Yin ZJ, Jin BZ, Zhou WK. Microsurgical anatomy of drilling posterior wall of the internal acoustic meatus using the suboccipital retrosigmoid approach [J]. *Zhonghua Jie Pou Yu Lin Chuang Za Zhi*, 2016, 21:413-416.[尹志杰, 金保哲, 周文科. 枕下乙状窦后入路内听道后壁磨除的显微解剖 [J]. *中华解剖与临床杂志*, 2016, 21:413-416.]
- [11] Yasargil MG, Fox JL. The microsurgical approach to acoustic neurinomas [J]. *Surg Neurol*, 1974, 2:393-398.
- [12] Lescanne E, Velut S, Lefrancq T, Destrieux C. The internal acoustic meatus and its meningeal layers: a microanatomical study [J]. *J Neurosurg*, 2002, 97:1191-1197.
- [13] Ohata K, Tsuyuguchi N, Morino M, Takami T, Goto T, Hakuba A, Hara M. A hypothesis of epirachnoidal growth of vestibular schwannoma at the cerebello-pontine angle: surgical importance [J]. *J Postgrad Med*, 2002, 48:253-258.
- [14] Neely JG. Gross and microscopic anatomy of the eighth cranial nerve in relationship to the solitary schwannoma [J]. *Laryngoscope*, 1981, 91(9 Pt 1):1512-1531.
- [15] Perre J, Viala P, Foncin JF. Involvement of cochlear nerve in acoustic tumours [J]. *Acta Otolaryngol*, 1990, 110:245-252.
- [16] Sasaki T, Shono T, Hashiguchi K, Yoshida F, Suzuki SO. Histological considerations of the cleavage plane for preservation of facial and cochlear nerve functions in vestibular schwannoma surgery [J]. *J Neurosurg*, 2009, 110:648-655.
- [17] Tomio R, Yoshida K, Kohno M, Kamamoto D, Mikami S. The outermost "dura-like membrane" of vestibular schwannoma [J]. *Surg Neurol Int*, 2016, 7:71.
- [18] Zhang XY. Pathological analysis of the capsule structure of vestibular schwannoma [D]. Tianjin: Tianjin Yi Ke Da Xue, 2021.[张翔宇. 前庭神经鞘瘤包膜结构的病理分析 [D]. 天津: 天津医科大学, 2021.]
- [19] Koerbel A, Gharabaghi A, Safavi-Abbasi S, Tatagiba M, Samii M, Liu K, Zhi DS. Evolution of vestibular schwannoma surgery: the long journey to current success [J]. *Zhongguo Xian Dai Shen Jing Ji Bing Za Zhi*, 2007, 7:511-514.[Andrei Koerbel, Alireza Gharabaghi, Sam Safavi - Abbasi, Marcos Tatagiba, Madjid Samii, 刘联, 只达石. 前庭神经鞘瘤手术进展: 漫长的成功之路 [J]. *中国现代神经疾病杂志*, 2007, 7:511-514.]
- [20] Shi JL, Liu CS, Zhu Y. Preservation of cochlear nerve function on the microsurgical surface of large acoustic neuroma [J]. *Zhongguo Xian Dai Shen Jing Ji Bing Za Zhi*, 2004, 4:395-396.[史绩黎, 刘春生, 朱妍. 大型听神经瘤显微手术面耳蜗神经功能的保留 [J]. *中国现代神经疾病杂志*, 2004, 4:395-396.]
- [21] Jacquesson T, Frindel C, Kocevar G, Berhouma M, Jouanneau E, Attyé A, Cotton F. Overcoming challenges of cranial nerve tractography: a targeted review [J]. *Neurosurgery*, 2019, 84:313-325.
- [22] Epprecht L, Qureshi A, Kozin ED, McInturff S, Remenschneider A, Huber AM, Brown MC, Barker FG 2nd, Reinshagen KL, Lee DJ. Three - dimensional (3D) printed vestibular schwannoma for facial nerve tractography validation [J]. *Otol Neurotol*, 2021, 42:e598-604.
- [23] Ma J, Su SB, Zhao Y, Li YG, Yue SY. Three - dimensional reconstruction of cranial nerves and clinical exploration based on diffusion tensor tractography [J]. *Zhonghua Shen Jing Wai Ke Za Zhi*, 2014, 30:175-178.[马峻, 苏少波, 赵岩, 李勇刚, 岳树源. 弥散张量成像的脑神经示踪重建及临床应用研究 [J]. *中华神经外科杂志*, 2014, 30:175-178.]
- [24] Shapey J, Vos SB, Vercauteren T, Bradford R, Saeed SR, Bisdas S, Ourselin S. Clinical applications for diffusion MRI and tractography of cranial nerves within the posterior fossa: a systematic review [J]. *Front Neurosci*, 2019, 13:23.
- [25] Chinese Multidisciplinary Collaborative Group of Cranial Base Surgery. Chinese expert consensus on multidisciplinary collaborative diagnosis and treatment of acoustic neuroma [J]. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi*, 2016, 96:676-680.[中国颅底外科多学科协作组. 听神经瘤多学科协作诊疗中国专家共识 [J]. *中华医学杂志*, 2016, 96:676-680.]
- [26] McKennan KX. Endoscopy of the internal auditory canal during hearing conservation acoustic tumor surgery [J]. *Am J Otol*, 1993, 14:259-262.
- [27] Marchioni D, Gazzini L, Boaria F, Pinna G, Masotto B, Rubini A. Is endoscopic inspection necessary to detect residual disease in acoustic neuroma surgery [J]? *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 2019, 276:2155-2163.
- [28] Pandrangi VC, Han AY, Alonso JE, Peng KA, St John MA. An update on epidemiology and management trends of vestibular schwannomas [J]. *Otol Neurotol*, 2020, 41:411-417.
- [29] Song G, Wu XL, Wang X, Li MC, Guo HC, Xiao XR, Chen G, Bao YH, Liang JT. Multivariate analysis of factors influencing postoperative facial nerve function after vestibular schwannoma surgery [J]. *Zhongguo Xian Dai Shen Jing Ji Bing Za Zhi*, 2021, 21:586-591.[宋刚, 吴晓龙, 王旭, 李茗初, 郭宏川, 肖新如, 陈革, 鲍遇海, 梁建涛. 前庭神经鞘瘤术后面神经功能损伤影响因素分析 [J]. *中国现代神经疾病杂志*, 2021, 21:586-591.]
- [30] Won SY, Kilian A, Dubinski D, Gessler F, Dinc N, Lauer M, Wolff R, Freiman T, Senft C, Konczalla J, Forster MT, Seifert V. Microsurgical treatment and follow - up of KOOS grade IV vestibular schwannoma: therapeutic concept and future perspective [J]. *Front Oncol*, 2020, 10:605137.
- [31] Zhang Z, Zheng X, Zhang D, Zhang J, Li F, Li C, Wang X, Li J, Han D, Zhang J. Vestibular schwannomas in young patients: a 12-year experience in a single center [J]. *World Neurosurg*, 2021.[Epub ahead of print]
- [32] Grinblat G, Dandinarsaiah M, Braverman I, Taibah A, Lisma DG, Sanna M. "Large and giant vestibular schwannomas: overall outcomes and the factors influencing facial nerve function" [J]. *Neurosurg Rev*, 2021, 44:2119-2131.

- [33] Zhang S, Liu W, Hui X, You C. Surgical treatment of giant vestibular schwannomas: facial nerve outcome and tumor control [J]. *World Neurosurg*, 2016, 94:137-144.
- [34] Huang X, Ji KY, Xu J, Shao CH, Wang W, Xu M, Chen DQ, Chen MY, Zhong P. The surgical management of giant intracranial vestibular schwannomas via retrosigmoid approach: a retrospective review of 657 cases [J]. *Zhonghua Er Bi Yan Hou Tou Jing Wai Ke Za Zhi*, 2016, 51:401-407.[黄翔, 纪开元, 徐健, 邵春红, 王伟, 徐铭, 陈旦麒, 陈明宇, 钟平. 手术治疗颅内巨大型听神经瘤:657 例经验总结[J]. *中华耳鼻咽喉头颈外科杂志*, 2016, 51:401-407.]
- [35] Monfared A, Corrales CE, Theodosopoulos PV, Blevins NH, Oghalai JS, Selesnick SH, Lee H, Gurgel RK, Hansen MR, Nelson RF, Gantz BJ, Kutz JW Jr, Isaacson B, Roland PS, Amdur R, Jackler RK. Facial nerve outcome and tumor control rate as a function of degree of resection in treatment of large acoustic neuromas: preliminary report of the Acoustic Neuroma Subtotal Resection Study (ANSRS)[J]. *Neurosurgery*, 2016, 79: 194-203.
- [36] Chen Z, Prasad SC, Di Lella F, Medina M, Piccirillo E, Taibah A, Russo A, Yin S, Sanna M. The behavior of residual tumors and facial nerve outcomes after incomplete excision of vestibular schwannomas[J]. *J Neurosurg*, 2014, 120:1278-1287.
- [37] Schwartz MS, Kari E, Strickland BM, Berliner K, Brackmann DE, House JW, Friedman RA. Evaluation of the increased use of partial resection of large vestibular schwannomas: facial nerve outcomes and recurrence/regrowth rates [J]. *Otol Neurotol*, 2013, 34:1456-1464.
- [38] Sughrue ME, Kaur R, Rutkowski MJ, Kane AJ, Kaur G, Yang I, Pitts LH, Parsa AT. Extent of resection and the long-term durability of vestibular schwannoma surgery [J]. *J Neurosurg*, 2011, 114:1218-1223.
- [39] Seol HJ, Kim CH, Park CK, Kim CH, Kim DG, Chung YS, Jung HW. Optimal extent of resection in vestibular schwannoma surgery: relationship to recurrence and facial nerve preservation [J]. *Neurol Med Chir (Tokyo)*, 2006, 46:176-180.
- [40] Mastronardi L, Gazzeri R, Barbieri FR, Roperto R, Cacciotti G, Sufianov A. Postoperative functional preservation of facial nerve in cystic vestibular schwannoma [J]. *World Neurosurg*, 2020, 143:e36-43.
- [41] Park HH, Park SH, Oh HC, Jung HH, Chang JH, Lee KS, Chang WS, Hong CK. The behavior of residual tumors following incomplete surgical resection for vestibular schwannomas [J]. *Sci Rep*, 2021, 11:4665.
- [42] Mastronardi L, Campione A, Cacciotti G, Carpineta E, Scavo CG, Roperto R, Stati G, Sufianov AA, Schaller K. Microsurgical treatment of symptomatic vestibular schwannomas in patients under 40: different results before and after age of 30 [J]. *Neurosurg Rev*, 2021.[Epub ahead of print]
- [43] Hwang SK, Kim DG, Paek SH, Kim CY, Kim MK, Chi JG, Jung HW. Aggressive vestibular schwannomas with postoperative rapid growth: clinicopathological analysis of 15 cases [J]. *Neurosurgery*, 2002, 51:1381-1390.
- [44] Trau G, Venkatasamy A, Charpiot A. Vestibular schwannomas with spontaneous shrinkage: about 35 cases [J]. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 2021, 278:4235-4241.
- [45] Marinelli JP, Carlson ML, Hunter JB, Nassiri AM, Haynes DS, Link MJ, Lohse CM, Reznitsky M, Stangerup SE, Caye-Thomasen P. Natural history of growing sporadic vestibular schwannomas during observation: an international multi-institutional study[J]. *Otol Neurotol*, 2021, 42:e1118-1124.
- [46] Carlson ML, Habermann EB, Wagie AE, Driscoll CL, Van Gompel JJ, Jacob JT, Link MJ. The changing landscape of vestibular schwannoma management in the United States: a shift toward conservatism [J]. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 2015, 153:440-446.
- [47] Johnson S, Kano H, Faramand A, Pease M, Nakamura A, Hassib M, Spencer D, Sisterson N, Faraji AH, Arai Y, Monaco E, Niranjana A, Flickinger JC, Lunsford LD. Long term results of primary radiosurgery for vestibular schwannomas [J]. *J Neurooncol*, 2019, 145:247-255.
- [48] Kawashima M, Hasegawa H, Shin M, Shinya Y, Katano A, Saito N. Outcomes of stereotactic radiosurgery in young adults with vestibular schwannomas[J]. *J Neurooncol*, 2021, 154:93-100.

(收稿日期:2021-11-19)

(本文编辑:彭一帆)

欢迎订阅 2022 年《中国现代神经疾病杂志》

《中国现代神经疾病杂志》为国家卫生健康委员会主管、中国医师协会主办的神经病学类专业期刊。办刊宗旨为:理论与实践相结合、普及与提高相结合,充分反映我国神经内外科临床科研工作重大进展,促进国内外学术交流。所设栏目包括述评、专论、论著、临床病理报告、应用神经解剖学、神经影像学、循证神经病学、流行病学调查研究、基础研究、临床研究、综述、临床医学图像、病例报告、临床病理(例)讨论、新技术新方法等。

《中国现代神经疾病杂志》为北京大学图书馆《中文核心期刊要目总览》2017 年版(即第 8 版)和 2020 年版(即第 9 版)核心期刊以及国家科技部中国科技论文统计源期刊,国内外公开发行。中国标准连续出版物号:ISSN 1672-6731, CN 12-1363/R。国际大 16 开型,彩色插图,48 页,月刊,每月 25 日出版。每期定价 15 元,全年 12 册共计 180 元。2022 年仍由邮政局发行,邮发代号:6-182。请向全国各地邮政局订阅,亦可直接向编辑部订阅(免邮寄费)。

编辑部地址:天津市津南区吉兆路 6 号天津市环湖医院 A 座二楼西区,邮政编码:300350。

联系电话:(022)59065611, 59065612;传真:(022)59065631。网址:www.xdjb.org(中文), www.cjenn.org(英文)。