

耳蜗性耳硬化症人工耳蜗植入的应用研究

龙梦琦, 贺楚峰, 秦梦瑶, 陆小净, 梅凌云, 冯永, 吴宏

(中南大学湘雅医院耳鼻咽喉头颈外科耳鼻咽喉科重大疾病研究湖南省重点实验室, 湖南长沙 410008)

摘要: **目的** 分析耳蜗性耳硬化症患者的临床特点、人工耳蜗植入术中情况及人工耳蜗植入术后听觉言语康复效果,为该疾病的诊治提供参考。**方法** 分析4例耳蜗性耳硬化症患者病史资料、听力学检查结果及影像学结果,观察人工耳蜗植入手术的术中所见,并定期对4例患者进行听力学及影像学随访。**结果** ①所有患者人工耳蜗电极均经圆窗膜径路完全植入鼓阶。其中1例于术中发现镫骨完全固定,导致术中鼓阶开孔时外淋巴波动不明显;1例发现圆窗膜骨化,术中鼓阶开孔定位困难;其余2例患者镫骨活动好,圆窗结构清晰。所有患者术中电极阻抗检测均正常,且引出标准的神经反应遥测波形;②术后随访1~5年无术后并发症出现,声场测听示平均听阈为40.8 dBHL,平均言语识别率为77.3%,言语及交流能力较术前提高;颞骨高分辨率CT提示双侧内耳病变范围无明显进展。**结论** 耳蜗性耳硬化症进展缓慢,严重时可导致重度/极重度感音神经性聋,当使用助听器无效时,人工耳蜗植入能帮助患者获得较满意的听觉康复效果。

关键词: 人工耳蜗植入术;耳硬化;感音神经性聋

中图分类号: R764.9+3

Application of cochlear implantation for cochlear otosclerosis

LONG Mengqi, HE Chufeng, QIN Mengyao, LU Xiaojing, MEI Lingyun, FENG Yong, WU Hong
(Department of Otolaryngology Head and Neck Surgery, Xiangya Hospital, Central South University, Hunan Province Key Laboratory of Otolaryngology Critical Diseases, Changsha 410008, China)

Abstract: **Objective** To analyze the clinical characteristics of cochlear otosclerosis and surgical findings during cochlear implantation as well as the auditory rehabilitation after cochlear implantation so as to provide reference for the diagnosis and treatment of this disease. **Methods** Clinical data including the past medical history, audiological outcome and imaging findings of 4 patients with cochlear otosclerosis were analyzed retrospectively. For all the 4 patients, intraoperative findings were obtained during cochlear implantation with regular postoperative follow-up by audiological examination and imaging examination. **Results** ①The electrodes were completely inserted into the scala tympani through round window membrane in all the 4 patients. As for the intraoperative findings, complete fixation of the stape was found in one patient and caused unobvious perilymph fluctuations during scala tympani opening. Another patient was observed to have ossification of round window membrane resulting in difficult position determination of scala tympani. The other two had normal ossicular chain and round window. Intraoperative electrode impedance detection was normal in all patients with elicitation of standard nerve response telemetry waveforms. ②Postoperative follow-up for 1 year to 5 year showed no complications with 40.8dBHL of average hearing threshold of sound field audiometry and 77.3% of average speech recognition rate as well as improved communication skills in all the patients. The high resolution computed tomography of the temporal bone revealed no obvious progresses of bilateral inner ear lesions. **Conclusions** Cochlear otosclerosis usually progresses slowly. When the patient's hearing level progresses to severe-profound sensorineural hearing loss and the hearing aid isn't effective any longer, a satisfactory auditory rehabilitation effect can be obtained after cochlear implantation.

Keywords: Cochlear implantation; Otosclerosis; Sensorineural hearing loss

基金项目:湖南省自然科学基金项目(2020JJ4876);湖南省自然科学基金青年基金(2017JJ3476);湖南省卫生健康委科研计划课题(C2019188)。
第一作者简介:龙梦琦,女,硕士研究生,住院医师。
通信作者:贺楚峰,Email:hechufeng2013@163.com

耳蜗性耳硬化症是一种原因不明的疾病,病理上是由于骨迷路原发性局限性骨质吸收,而代以血管丰富的海绵状骨质增生,故称“硬化”。当侵犯卵圆窗时,可引起镫骨固定,失去传音功能,使听力进行性减退。该病好发于20~50岁,临床上通常以听力下降为主诉,本文4例耳蜗性耳硬化症患者行人工耳蜗植入术后在听觉言语康复方面取得了较好的治疗效果,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 临床资料

本文收集2015年4月—2019年9月就诊于中南大学湘雅医院耳鼻咽喉头颈外科,主要表现为听力下降、经颞骨 HRCT 提示耳蜗周围有点/条状低密度影、双环征或晕影征,且排除成骨不全、佩吉特氏病、梅毒耳内表现等疾病的4例耳蜗性耳硬化症患者的临床病历资料。4例患者中,男3例,女1例;年龄26~65岁,中位年龄43.3岁。病程6~20年,平均病程14.8年。所有患者均无明确致聋原因或诱因,且均有助听器配戴史,其中1例伴有双侧耳鸣。4例既往史及家族史均无耳科相关阳性发现。体格检查方面,2例鼓膜像正常,2例单侧观察到 Schwartz 征(表1)。

所有患者就诊时均于我院听力检测中心完成纯音测听、声导抗、畸变产物耳声发射(distortion product otoacoustic emission, DPOAE)、听性脑干反应(auditory brainstem response, ABR)、多频稳态诱发反应(auditory steady-state evoked response, ASSR)以判定听力损失程度,术前500~4 000 Hz 平均听阈左耳为(104.0 ± 8.7) dBHL,右耳(103.0 ± 11.3) dBHL,呈混合性或感音神经性聋;声导抗示双耳鼓室导抗图均呈“A”型;4例 DPOAE 均未引出;ABR 及 ASSR 4例双耳均提示极重度聋。同时于我院影像科完成颞骨 HRCT(层厚=0.6 mm)以了解颞骨骨性结构,1例双侧耳蜗周围广泛的融合性低密度影,无法明确辨认耳蜗底回、中回及顶回,表现为晕影征,双侧前庭、半规管、内听道前方可见多发低密度影;3例不同程度的双侧耳蜗底回、中回、顶回周围低密度区,表现为典型双环征,其中2例前庭及各半规管均未见明显异常改变,1例前庭及半规管区可见低密度影(图1)。内耳水成像提示4例耳蜗膜迷路结构形态、面神经及听神经的位置和走行特点均未见明显异常。

1.2 方法

1.2.1 手术治疗 所有患者均在全麻下行单侧人

工耳蜗植入,术耳选择综合考虑听力检测结果、内耳发育情况及患者个人意愿,手术经面隐窝入路,根据圆窗膜情况决定电极入径,术中根据所使用的人工耳蜗装置同时进行电极阻抗测试和神经反应遥测,以了解人工耳蜗电极的完整性和听神经对电刺激的反应情况。

1.2.2 随访观察 所有患者于术后3 d行耳蜗位片检查人工耳蜗电极植入情况;术后1个月进行耳蜗开机明确是否存在主观听觉反应并进行调试,术后按各耳蜗公司规定流程常规进行人工耳蜗调试编程。人工耳蜗植入手术后的听阈能最直接且有效地反映人工耳蜗植入的术后疗效,故而采用声场测听来评估患者行人工耳蜗植入术后的听阈。同时采用全国聋康系统普遍使用的《听觉言语评估词表》中的单音节词表来进行言语识别率测试。此外,在术后3、6、12个月分别使用听觉行为分级量表(categories of auditory performance, CAP)和言语可懂度量表(speech intelligibility rating, SIR)^[1]以评估患者的言语及交流能力。除随访患者听觉言语能力之外,我们建议患者每年复查1次颞骨 HRCT 以了解内耳骨迷路病变的变化情况。

2 结果

2.1 手术

所有患者人工耳蜗电极均经圆窗膜径路完全植入鼓阶。术中电极阻抗检测均正常,且引出标准的神经反应遥测波形。其中1例患者术中见鼓岬表面较多毛细血管增生,锤骨及砧骨活动良好但镫骨完全固定,导致术中鼓阶开窗后外淋巴波动不明显;1例患者术中见圆窗龛及周围鼓岬血管丰富,于圆窗膜处发现骨质增生病变,导致鼓阶开窗定位困难,在清除干净病变骨质后顺利植入电极(图2);其余2例听骨链完整,活动度良好,圆窗结构清晰。

2.2 随访

所有患者于术后3 d进行耳蜗位片检查,均提示人工耳蜗电极位于耳蜗内。术后1个月开机,均存在主观听觉反应,可对声音作出反应。术后随访1.0~5.5年,暂无面肌抽搐、面瘫、眩晕等不良术后并发症出现;声场测听提示术后平均听阈为40.8 dBHL,平均言语识别率为77.3%;术后3、6、12个月 CAP 量表及 SIR 量表的评分较术前逐步提高(表2、表3、图3);颞骨 HRCT 提示双侧内耳病变范围较术前未见明显进展(图1)。

表 1 4 例患者临床资料

病例	性别	年龄(岁)	听力损失时间(年)		伴随症状	配戴助听器史	鼓膜像	纯音测听	ABR (dBnHL)
			左	右					
1	男	65	20	20	无	5 年(右)	正常	双耳极重度感音神经性聋	双耳 >100
2	男	26	11	11	双耳鸣	1 年(右)	正常	双耳极重度感音神经性聋	双耳 >100
3	男	30	20	20	无	5 年(右)	Schwartz 征(左)	左极重度感音神经性聋 右极重度混合性聋	双耳 90
4	女	52	6	10	无	5 年(左)	Schwartz 征(左)	双耳极重度感音神经性聋	左耳 100 右耳 >100

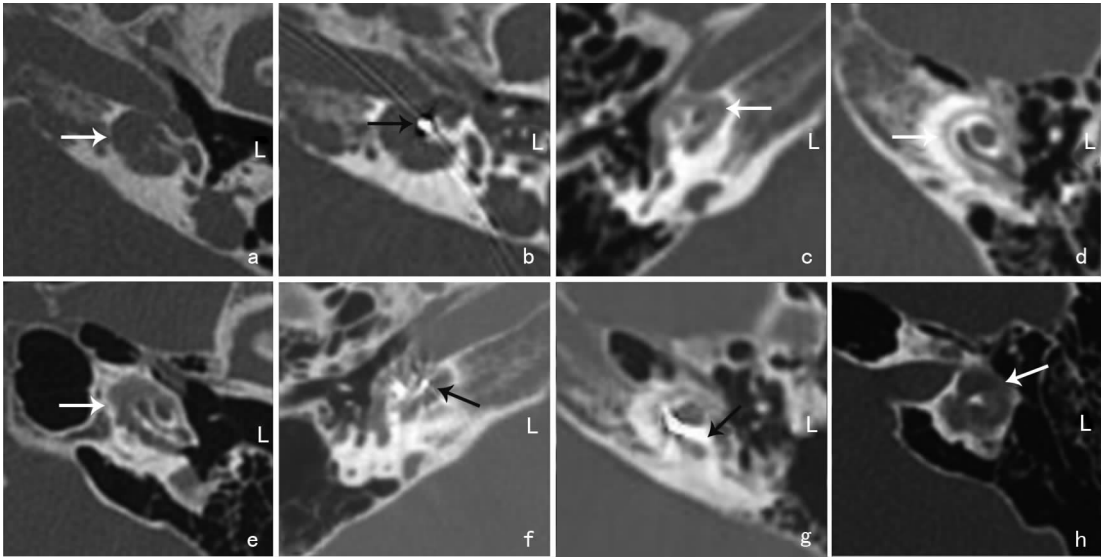


图 1 轴位颞骨 HRCT a:例 1 耳蜗周围广泛的融合性低密度影,表现为晕影征; b:例 1 术后 2 年复查,耳蜗内可见电极(黑色箭头),内耳病变范围无明显进展; c(例 2)、d(例 3)、e(例 4)耳蜗底回、中回、顶回周围低密度区,表现为典型双环征; f(例 2)术后 1 年、g(例 3)术后 5 年复查,耳蜗内可见电极(黑色箭头); h:例 4 前庭及半规管均可见低密度影(白色箭头)

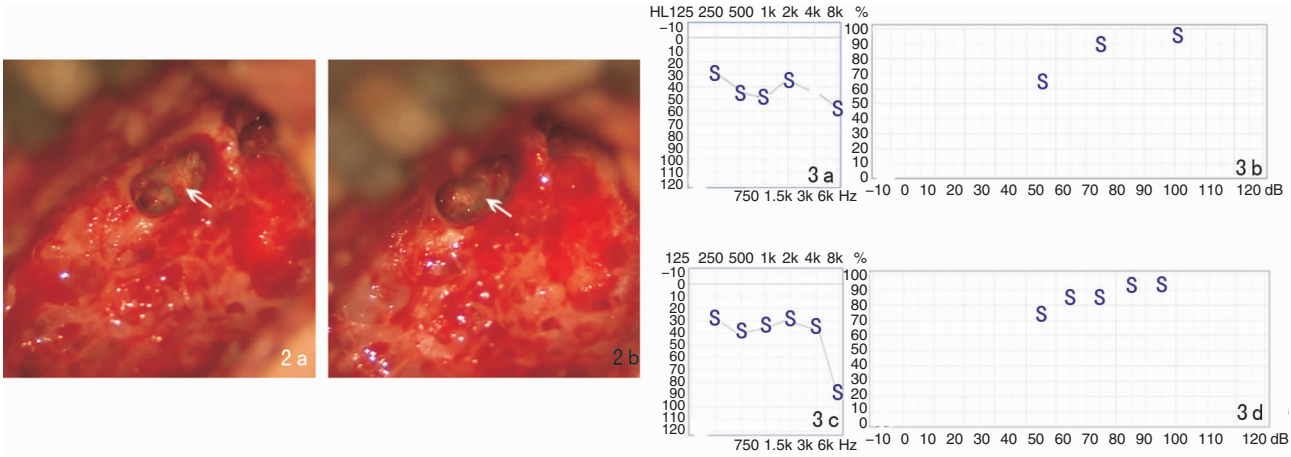


图 2 例 4 人工耳蜗植入术中 2a:圆窗龛及周围鼓岬血管丰富(白色箭头); 2b:磨除圆窗龛后见圆窗膜骨化(白色箭头)
图 3 人工耳蜗植入术后疗效 3a、3b:例 1 术后 2 年复查声场测听及言语识别率; 3c、3d:例 3 术后 5 年复查声场测听及言语识别率

表2 CAP量表得分 (分)

病例	术前	术后3个月	术后6个月	术后12个月
1	1	4	6	7
2	0	3	6	7
3	1	6	7	8
4	0	3	4	5

3 讨论

本文所报道4例患者年龄为26~65岁,均具有足够的言语清晰度,这为人工耳蜗植入后言语康复训练提供了良好基础。患者均有进行性听力下降的慢性病史,听力学类型包括感音神经性听力下降及混合性听力下降,由此可见耳蜗性耳硬化症患者听力曲线类型并不仅仅单纯表现为感音神经性听力下降,混合性听力下降亦常见,在病程早期也可表现为正常听力。这与Schuknecht于1974年^[2]所提出的“耳蜗性耳硬化症”定义不完全一致,但其后续研究^[3]指出当耳硬化病灶发展至累及耳蜗骨内膜层时通常也可导致镫骨固定,故目前在使用“耳蜗性耳硬化症”这一概念时通常将引起感音神经性听力损失或混合性听力损失者均归为这一诊断。除听力下降这一主要临床表现外,以前庭症状为首要求诊主诉的耳蜗性耳硬化症报道^[4-7]也逐渐增多,文献报道约有25%~45%的耳硬化症患者有前庭症状,其中以耳蜗性耳硬化症患者更为常见^[4]。本文中患者前庭症状发生率远低于上述比例,这可能与文中病例数较少有关,有待在后续研究中进一步扩大样本量进行观察分析。

Schwartz征是指鼓岬黏膜血管增多、扩张,表现为鼓膜后部隐现淡红色。Peng等^[8]报道多达10%的耳硬化症患者会出现Schwartz征。Nakashima等^[9]认为耳蜗性耳硬化症患者中此征象更加常见,并指出耳蜗血流量增加可能与耳蜗性耳硬化听力损失的发生有关。然而本文中仅有2例出现Schwartz征,其他患者无此征象,推测可能是由于其他患者就诊时病变未处于活动期,致密骨质已取代新生的海绵状骨,从而鼓岬黏膜的颜色未表现异常。由于镫骨固定导致耳硬化症患者全听骨链的共振频率被改变,从而在2 000 Hz处形成的谷形切迹即为卡哈切迹。卡哈切迹通常被视为镫骨性耳硬化症的听力学重要特征之一^[10-11]。在文中所述4例患者中无一例患者纯音测听结果出现此切迹,推测是由于卡哈切迹的形成与镫骨固定相关,而耳蜗性耳硬化症患

表3 SIR量表得分 (分)

病例	术前	术后3个月	术后6个月	术后12个月
1	4	5	5	5
2	2	3	4	5
3	3	4	5	5
4	4	4	5	5

者镫骨病变通常不明显,故耳蜗性耳硬化症中卡哈切迹出现率较低,这可能提示卡哈切迹在协助诊断耳蜗性耳硬化症中并无明显意义。

耳硬化症的诊断通常需要行鼓室探查术来明确,但近年来颞骨HRCT在辅助诊断耳硬化症中的价值也得到肯定^[12-14]。耳硬化症具有典型病理学特点,活动期迷路致密骨质被海绵样骨替代,静止期病灶内骨质沉着硬化产生致密硬化斑,二者可同时存在^[15],使得颞骨HRCT在诊断耳硬化症时具有较高特异性。其中海绵样骨表现低密度透亮影,CT表现为局灶性密度降低;硬化期病灶密度与正常骨迷路类似,CT常不能显示。当病变累及耳蜗时,可在耳蜗周围观察到呈点状、片状或弧线状的低密度影;当耳蜗受累范围较大时可出现典型的双环征、晕影征,甚至可无法辨认耳蜗正常结构。本文所示4例均通过颞骨HRCT明确诊断,颞骨HRCT结果提示所有患者双侧病变累及范围均基本对称,与既往文献报道一致^[16]。此外,本文有1例患者从影像学上来看双侧耳蜗病变累及范围类似,但双侧听力却不完全一致;1例患者颞骨HRCT提示除耳蜗外,双侧前庭及半规管骨质也有改变,但患者却未表现出头晕、眩晕等症状。上述结果均在一定程度上提示耳蜗性耳硬化症患者临床症状的严重程度与颞骨HRCT所示累及范围并非完全一致,这可能是由于除病灶直接侵犯耳蜗骨内膜层导致螺旋韧带玻璃样变和血管纹萎缩导致听力下降外,静脉充血所致耳蜗低氧血症和分流^[17]、病灶释放溶骨酶及蛋白水解酶等有毒物质损害感音/平衡相关结构^[18]等多种因素也参与了耳蜗性耳硬化症的发病。

在人工耳蜗植入术中电极正确植入预计位置是关键步骤,但在耳蜗性耳硬化症中,当耳蜗及耳蜗周边等部位的正常骨质被海绵状新生骨所替代以致无法正确辨认正常鼓阶,或耳蜗骨化/纤维化导致鼓阶内出现骨性结构而不是含淋巴液的空腔时,都将导致人工耳蜗电极植入困难。Semaan等^[19]发现晚期耳硬化症患者耳蜗骨化的发生率为29.4%。Matterson等^[20]曾报道59例表现为极重度聋的耳硬化症患者中有11例出现了不同程度的鼓阶闭塞。

李玉洁等^[21]在对5例耳硬化症致极重度聋患者行人工耳蜗植入时均在开放耳蜗鼓阶过程中发现含外淋巴液的骨性蜗管结构消失,内充满疏松的骨性组织,无法清楚地分辨耳蜗内鼓阶的正常解剖标志,当开放鼓阶距耳蜗圆窗口7~9 mm时,才显示出耳蜗含淋巴液的骨性管腔。本文4例患者中仅有1例圆窗龛及周围鼓岬血管丰富,圆窗膜处出现骨化,导致鼓阶开窗定位困难,在清除干净病变骨质后顺利植入电极;另有1例患者在术中发现镫骨完全固定,圆窗反射消失;余下2例均未发现耳蜗/蜗周骨质改变或鼓阶骨化并顺利植入电极。从本科经验来看虽然耳蜗性耳硬化症中耳蜗骨化的发生率相对较低,人工耳蜗植入成功率较高,但仍需警惕圆窗膜甚至鼓阶骨化导致电极植入困难。颞骨HRCT协助判断耳蜗管腔通畅与否的作用有限,而内耳磁共振水成像显示的膜迷路成为了解耳蜗内膜性结构的重要手段,也是人工耳蜗术前判断电极能否正常植入耳蜗的重要影像资料,更有助于内耳疾病的相互鉴别:例如耳蜗性耳硬化症患者病变范围广致使耳蜗呈不规则轮廓时,其内耳水成像提示膜迷路完整,由此便可与内耳畸形相鉴别。此外,耳蜗性耳硬化症中海绵化/硬化病灶除累及耳蜗骨质外,也有可能同时合并镫骨骨质病变,但镫骨是否固定或许暂不能作为耳蜗性耳硬化症的诊断依据。

Shinkawa等^[22]曾报道过1例行镫骨手术治疗30年后方出现感音神经性聋的耳蜗性耳硬化症患者,这说明耳蜗性耳硬化症患者在早期出现听力下降表现后可能需要数年时间才会进展至重度/极重度感音神经性聋。本文3例患者术后1~5年复查颞骨HRCT时见病变范围及程度与手术前比较相差无几,基于上述经验我们认为耳蜗性耳硬化症是一种进展较为缓慢的疾病,虽然有学者^[23-26]提出耳蜗性耳硬化症的早期阶段使用氟化物或第三代双磷酸盐治疗可以稳定活动性耳硬化灶,延缓疾病进一步恶化,但考虑到此药物主要适用于听力损失程度较轻的患者,且目前国内尚缺乏相关药物长期应用的多中心研究,因此我们的研究暂未将药物治疗纳入治疗选择中。

随着病情进展,当耳蜗性耳硬化症患者听力水平逐渐进展至重度/极重度感音神经性聋且使用大功率助听器仍不能满足日常生活交流所需时,人工耳蜗植入及镫骨手术辅以助听器是目前广大临床工作者最为关注且肯定的两种治疗方式。随着医疗技术的进步及耳硬化症诊治的广泛普及,国内外行人

工耳蜗植入以治疗耳蜗性耳硬化症致重度、极重度聋患者的报道逐渐增加,且患者在术后均可取得满意的听力和言语识别效果^[21, 27-28]。尽管本文例数不多,但4例行人工耳蜗植入的耳蜗性耳硬化症患者均在术后获得了主观听觉反应且无明显术后并发症,这也在一定程度上佐证了通过人工耳蜗植入以治疗重度/极重度聋耳蜗性耳硬化症是安全且有效的。Abdurehim等^[29]则指出镫骨手术可对耳硬化症患者混合性听力损失中的传导成分进行矫治,缩小气骨导差,在手术后可以有效地达到患者可接受的听力效果,但镫骨手术并不是普遍有效。对于镫骨手术不成功的病例或术后听力进行性进展的病例可以选择人工耳蜗植入,是否先行镫骨手术并不会后续影响人工耳蜗植入效果。Heining等^[30]认为重度/极重度聋耳蜗性耳硬化症患者可以受益于人工镫骨植入手术。但Ruckenstein等^[31]则指出表现为重度听力损失的耳硬化症患者不宜行镫骨手术。Calmels等^[32]也通过回顾性分析发现对重度/极重度感音神经性聋耳硬化症患者而言,人工耳蜗植入无论在主观感觉上还是客观检查的结果都比镫骨手术患者的好。

基于我国人口基数大,且近年来医疗条件不断提高,我国耳蜗性耳硬化症的检出率也随之逐年增加。本文证实了人工耳蜗植入在耳蜗性耳硬化症治疗中有效性及必要性。但是,我们仍然需要继续扩充耳蜗性耳硬化症病例数并延长随访时间,以期对此疾病有更为全面及准确的认识,推进耳蜗性耳硬化症诊治的规范化研究,更广泛地造福于此类听障患者。

参考文献:

- [1] Nikolopoulos TP, Archbold SM, Gregory S. Young deaf children with hearing aids or cochlear implants: early assessment package for monitoring progress[J]. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 2005, 69(2): 175-186.
- [2] Schuknecht HF, Kirchner JC. Cochlear otosclerosis: fact or fantasy[J]. *Laryngoscope*, 1974, 84(5): 766-782.
- [3] Schuknecht HF. Cochlear otosclerosis. A continuing fantasy[J]. *Arch Otorhinolaryngol*, 1979, 222(2): 79-84.
- [4] Yetiser S. Bilateral vestibulopathy due to severe cochlear otosclerosis: a well-known condition without any favorable solution[J]. *Turk Arch Otorhinolaryngol*, 2018, 56(3): 174-176.
- [5] 孙旦华, 周微微. 以眩晕为主要临床表现患者耳蜗性耳硬化的临床探索[J]. *中国医药指南*, 2014, 12(3): 174-175.
- [6] 区永康, 张志刚, 陈穗俊, 等. 耳蜗性耳硬化症3例报告及文

- 献复习[J]. 临床耳鼻咽喉头颈外科杂志,2009,23(1):14-16,20.
- [7] 葛润梅,吴佩娜,陈少华,等.以眩晕为主要临床表现的耳蜗性耳硬化1例[J]. 临床耳鼻咽喉头颈外科杂志,2008,22(1):41-42.
- [8] Peng KA, House JW. Schwartze sign[J]. Ear Nose Throat J, 2018,97(3):54.
- [9] Nakashima T, Sone M, Fujii H, et al. Blood flow to the promontory in cochlear otosclerosis[J]. Clin Otolaryngol,2006,31(2):110-115.
- [10] 郝欣平,陈树斌,于子龙,等.200例耳硬化症手术患者临床特征分析[J]. 临床耳鼻咽喉头颈外科杂志,2017,30(20):1545-1547,1553.
- [11] 钱惠根,陈文文,倪关森.125例耳硬化症纯音气骨导听力分析[J]. 听力学及言语疾病杂志,2002,10(2):189-190.
- [12] 江晨雨,赵鹏飞,王振常,等.耳硬化症影像学研究[J]. 放射学实践,2019,34(10):1148-1151.
- [13] Brown LA, Mocan BO, Redleaf MI. Diagnostic protocol for detecting otosclerosis on high-resolution temporal bone CT[J]. Ann Otol Rhinol Laryngol,2019,128(11):1054-1060.
- [14] Kutlar G, Koyuncu M, Elmali M, et al. Are computed tomography and densitometric measurements useful in otosclerosis with mixed hearing loss? A retrospective clinical study[J]. Eur Arch Otorhinolaryngol,2014,271(9):2421-2425.
- [15] 马鸣岳,董季平,杨想春,等.高分辨率CT在耳硬化症诊断中的应用[J]. 实用放射学杂志,2013,29(5):722-725.
- [16] Purohit B, Hermans R, Op de Beeck K. Imaging in otosclerosis: A pictorial review[J]. Insights Imaging,2014,5(2):245-252.
- [17] Rüedi L. Histopathologic confirmation of labyrinthine otosclerosis[J]. Laryngoscope,1965,75(10):1582-1609.
- [18] Causse J, Chevance LG, Bretlau P, et al. Enzymatic concept of otospongiosis and cochlear otospongiosis[J]. Clin Otolaryngology Allied Sci,1977,2(1):23-32.
- [19] Semaan MT, Gehani NC, Tummala N, et al. Cochlear implantation outcomes in patients with far advanced otosclerosis[J]. Am J Otolaryngol,2012,33(5):608-614.
- [20] Matterson AG, O'Leary S, Pinder D, et al. Otosclerosis: selection of ear for cochlear implantation[J]. Otol Neurotol,2007,28(4):438-446.
- [21] 李玉洁,胡宝华,张道行.耳硬化致极重度聋患者临床特点及人工耳蜗植入效果观察[J]. 听力学及言语疾病杂志,2010,18(3):278-280.
- [22] Shinkawa A, Sakai M, Ishida K. Cochlear otosclerosis 30 years after stapedectomy confirmed by CT, MRI[J]. Auris Nasus Larynx, 1998,25(1):95-99.
- [23] Jan TA, Remenschneider AK, Halpin C, et al. Third-generation bisphosphonates for cochlear otosclerosis stabilizes sensorineural hearing loss in long-term follow-up[J]. Laryngoscope Investig Otolaryngol,2017,2(5):262-268.
- [24] Quesnel AM, Seton M, Merchant SN, et al. Third-generation bisphosphonates for treatment of sensorineural hearing loss in otosclerosis[J]. Otol Neurotol,2012,33(8):1308-1314.
- [25] Derks W, De Groot JA, Raymakers JA, et al. Fluoride therapy for cochlear otosclerosis? an audiometric and computerized tomography evaluation[J]. Acta Otolaryngol,2001,121(2):174-177.
- [26] Forquer BD, Linthicum FH, Bennett C. Sodium fluoride: effectiveness of treatment for cochlear otosclerosis[J]. Am J Otol, 1986,7(2):121-125.
- [27] Messineo D, Ralli M, Greco A, et al. Double ring in cochlear otosclerosis: a limit to cochlear implantation? The solution is the surgical approach[J]. Ear Nose Throat J,2019,145561319895601.
- [28] Burneister J, Rathgeb S, Herzog J. Cochlear implantation in patients with otosclerosis of the otic capsule[J]. Am J Otolaryngol, 2017,38(5):556-559.
- [29] Abdurehim Y, Lehmann A, Zeitouni AG. Stapedotomy vs cochlear implantation for advanced otosclerosis: systematic review and meta-analysis[J]. Otolaryngol Head Neck Surg,2016,155(5):764-770.
- [30] Heining C, Banga R, Irving R, et al. Audiological outcome of stapes surgery for far advanced cochlear otosclerosis[J]. J Laryngol Otol,2017,131(11):961-964.
- [31] Ruckenstein MJ, Rafter KO, Montes M, et al. Management of far advanced otosclerosis in the era of cochlear implantation[J]. Otol Neurotol,2001,22(4):471-474.
- [32] Calmels MN, Viana C, Wanna G, et al. Very far-advanced otosclerosis: stapedotomy or cochlear implantation[J]. Acta Otolaryngol,2007,127(6):574-578.

(收稿日期:2020-11-07)

本文引用格式:龙梦琦,贺楚峰,秦梦瑶,等.耳蜗性耳硬化症人工耳蜗植入的应用研究[J]. 中国耳鼻咽喉颅底外科杂志,2020,26(6):620-625. DOI:10.11798/j.issn.1007-1520.202006004

Cite this article as: LONG Mengqi, HE Chufeng, QIN Mengyao, et al. Application of cochlear implantation for cochlear otosclerosis[J]. Chin J Otorhinolaryngol Skull Base Surg, 2020,26(6):620-625. DOI:10.11798/j.issn.1007-1520.202006004