

# 伴耳鸣患者人工耳蜗植入术中电刺激听觉脑干诱发电位特点及术后疗效分析\*

郭晓会<sup>1</sup> 王斌<sup>2</sup> 曹克利<sup>2</sup> 高志强<sup>2</sup> 魏朝刚<sup>3</sup>

**[摘要]** 目的:探讨伴耳鸣耳聋患者术中电刺激听觉脑干诱发电位(EABR)的特点,分析人工耳蜗植入术(CI)对耳鸣的抑制效果及与听觉诱发电位相关性。方法:选择 2014—2015 年行 CI 的成人神经性聋伴耳鸣患者 28 例(耳鸣组),另选择相同耳聋时间的不伴耳鸣患者 10 例(对照组),回顾性分析两组患者术前听力学、影像学及耳鸣病史等资料,术中采用 EABR 检测各级听觉中枢功能,分析其电生理特点;术后随访开机调试结果,采用耳鸣残疾评估量表(THI)评估患者术前和术后耳鸣变化情况,将 EABR 结果和 THI 评分进行相关性分析。结果:38 例患者术中电极全部植入耳蜗内,术后无面瘫、脑脊液漏、脑膜炎等手术并发症,术后均获得不同程度的电听性反应;术中 EABR 结果经最小显著性 *t* 检验:Ⅲ波波幅、V 波波幅及 V 波潜伏期在耳鸣组与对照组的差异有统计学意义( $P < 0.05$ );耳鸣组Ⅲ波波幅大于 V 波波幅( $P < 0.05$ );两组患者开机 12 个月调机平均 C 值( $162.78 \pm 24.57$ ) CL 和术中 EABR 平均阈值( $158.62 \pm 10.31$ ) CL,经直线相关分析呈明显相关( $r = 0.903, P < 0.01$ );28 例耳鸣患者 CI 术前、术后 1 d、术后 1 年三个时间点 THI 总分分别为  $65.00 \pm 14.93, 55.00 \pm 15.93, 36.00 \pm 21.02$ ,经方差分析术后 1 年得分差异有统计学意义( $P < 0.05$ ),术后 1 d 较术前差异无统计学意义( $P > 0.05$ );术中 EABR 波形Ⅲ波波幅和术后 1 年 THI 变化直线相关分析有显著相关性( $r = 0.873, P < 0.05$ )。结论:伴耳鸣的耳聋患者术中 EABR 与不伴耳鸣患者有明显差异,人工耳蜗电刺激对神经性耳鸣有较好的抑制作用,术中 EABR 为研究人工耳蜗抑制耳鸣提供了一种客观的评估方法。

**[关键词]** 耳鸣;耳蜗植入术;电刺激听觉脑干诱发电位

DOI:10.13201/j.issn.2096-7993.2022.06.004

**[中图分类号]** R764.45 **[文献标志码]** A

## Analysis of intraoperative EABR characteristics and postoperative efficacy of cochlear implant in patients with tinnitus

GUO Xiaohui<sup>1</sup> WANG Bin<sup>2</sup> CAO Keli<sup>2</sup> GAO Zhiqiang<sup>2</sup> WEI Chaogang<sup>3</sup>

(<sup>1</sup>Senior Department of Ophthalmology, the Third Medical Center of PLA General Hospital, Beijing, 100853, China; <sup>2</sup>Department of Otolaryngology, the Peking Union Medical College Hospital; <sup>3</sup>Department of Otolaryngology Head and Neck Surgery, Peking University First Hospital)

Corresponding: WANG Bin, E-mail: wangbin780@126.com

**Abstract Objective:** To investigate the characteristics of intraoperative electrically stimulated auditory brain-stem responses(EABR) in patients with neural deafness and tinnitus, and to analyze the inhibitory effect of cochlear implantation on tinnitus and its correlation with auditory evoked potential. **Methods:** Twenty-eight adult patients with neuronal deafness accompanied by tinnitus who underwent cochlear implant surgery in the Peking Union Medical College Hospital from 2014 to 2015 were selected, and 10 age-matched patients without tinnitus with the same age were selected as the control group. Preoperative audiology, imaging and tinnitus history of the patients were retrospectively analyzed. During the operation, EABR were used to detect the auditory central functions at all levels, and the electrophysiological characteristics of the two groups were analyzed. The tinnitus handicap inventory(THI) was used to evaluate the severity of tinnitus before and after surgery, and the correlation between EABR results and THI score was analyzed. **Results:** There were no postoperative complications such as facial paralysis, cerebrospinal fluid leakage, meningitis, etc., and electroacoustic reactions were observed in all 38 patients. The results of intraoperative EABR showed that there were significant differences in Ⅲ wave amplitude,

\*基金项目:北京市科委首都临床特色应用研究基金(No:Z171100001017218)

<sup>1</sup>解放军总医院第三医学中心眼科医学部(北京,100853)

<sup>2</sup>中国医学科学院北京协和医院耳鼻喉科

<sup>3</sup>北京大学第一医院耳鼻咽喉头颈外科

通信作者:王斌,E-mail:wangbin780@126.com

引用本文:郭晓会,王斌,曹克利,等.伴耳鸣患者人工耳蜗植入术中电刺激听觉脑干诱发电位特点及术后疗效分析[J].临床耳鼻咽喉头颈外科杂志,2022,36(6):423-428. DOI:10.13201/j.issn.2096-7993.2022.06.004.

V wave amplitude and V wave latency between tinnitus group and control group ( $P < 0.05$ ). The mean C value of ( $162.78 \pm 24.57$ )CL and the mean intraoperative EABR threshold of ( $158.62 \pm 10.31$ ) CL were collected in the two groups 12 months after starting the machine, and there was a significant correlation according to linear correlation analysis ( $r = 0.903$ ,  $P < 0.01$ ). The total THI scores of 28 tinnitus patients were  $65.00 \pm 14.93$ ,  $55.00 \pm 15.93$  and  $36.00 \pm 21.02$  at three time points before, 1 day after and 1 year after cochlear implantation, respectively. The scores of 1 year after cochlear implantation were significantly different by ANOVA ( $P < 0.05$ ), but there was no statistically significant difference 1 day after operation ( $P > 0.05$ ). There was significant correlation between the intraoperative EABR wave III amplitude and the linear correlation analysis of THI changes 1 year after operation ( $r = 0.873$ ,  $P < 0.05$ ). **Conclusion:** There is significant difference in intraoperative EABR between patients with neural deafness accompanied with tinnitus and patients without tinnitus. Cochlear electrical stimulation has a good inhibitory effect on tinnitus, and intraoperative EABR can be used as a objective assessment tool for cochlear implant to inhibit tinnitus.

**Key words** tinnitus; cochlear implantation; electrically stimulated auditory brainstem responses

耳鸣是指患者在无外部刺激时自觉耳内出现声音的一种主观感觉,给患者带来焦虑、抑郁等不良情绪,不仅造成失眠、记忆力下降,还会导致自杀倾向,国外文献报道 18% 的人群受到慢性耳鸣的轻度影响,耳鸣对 0.5% 的人群的日常生活有严重影响<sup>[1]</sup>。人工耳蜗植入术(CI)在治疗耳聋伴耳鸣患者的过程中,对耳鸣有较好的抑制效果,给耳鸣的治疗带来新的思路。北京协和医院自 1995 年开展多通道 CI 术,完成极重度聋 CI 术超过 3000 例,自 2008 年开展电刺激听觉脑干诱发电位(electrically stimulated auditory brainstem responses, EABR)检测,至今有超过 500 例患者进行了 EABR 检测。本研究收集部分进行 CI 术的成人神经性聋伴耳鸣患者的临床资料,探讨耳鸣患者 EABR 和 CI 术对耳鸣的抑制效果及其两者内在的联系。

## 1 资料与方法

### 1.1 临床资料

选择 2014 年 1 月—2015 年 12 月在北京协和医院进行 CI 术的极重度神经性聋伴单侧或双侧耳鸣患者 28 例作为耳鸣组,其中男 20 例,女 8 例;年龄 17~69 岁,中位年龄 42.5 岁;均诊断为成人语后聋,其中 2 例伴有视力减退。

入组标准:单侧或双侧神经性耳鸣超过 3 个月,术前听力测试[(纯音测听、听觉脑干诱发电位(ABR)、听觉稳态反应(auditory steady-state responses, ASSR)]显示重度或极重度神经性聋;影像学:中耳及耳蜗和内听道结构正常,伴或不伴前庭导水管扩大。排除标准:年龄  $< 18$  岁或  $> 70$  岁;患有全身性、精神类疾病,如心脑血管疾病、哮喘、癫痫、抑郁症等;耳鸣不伴随听力下降患者。

另根据年龄、性别等相近条件选择 10 例极重度神经性聋不伴耳鸣的 CI 患者设为对照组,其中男 4 例,女 6 例;年龄 16~70 岁,中位数 41 岁。患者均是成人语后聋;影像学检查耳蜗发育正常。术前客观测听符合植入标准,均单侧植入 Cochlear 多通道人工耳蜗,其中 3 例植入 422 型,7 例植入

512 型。

所有患者术后 1 个月左右开机并进行定期调试和康复训练,随访人工耳蜗的使用时间为 4~6 年。

### 1.2 方法

**1.2.1 听力学检测** 分析两组 38 例患者术前听力学资料(纯音测听、ABR、ASSR),见图 1。颞骨薄层 CT 和头颅 MRI(图 2)显示耳蜗及内听道结构正常,其中 7 例大前庭导水管综合征(large vestibular aqueduct syndrome, LVAS)。听力测试采用人工耳蜗植入工作指南(2013 版)听力学标准,植入耳耳聋时间指患者听力突发或缓慢下降大于 80 dB HL。26 例单侧植入 Cochlear 多通道人工耳蜗,1 例双侧植入,1 例植入 CS-10A 耳蜗。见表 1。

**1.2.2 EABR 测试** 两组 38 例患者均术中行 EABR 测试。听觉诱发电位仪:Bio-logic Navigator Pro,软件版本 AEP Ver7.0.0。电刺激设备:电刺激器采用改装的 Cochlear 人工耳蜗(符合人体安全规范)。

全身麻醉后术中面隐窝进路,通过圆窗将球电极置入鼓阶,将处理器的外线圈与植入体内线圈耦合连接。设置刺激脉宽  $50 \mu s$  和 200 CL 刺激强度为初始刺激参数。测试方法采用王斌等<sup>[2]</sup>的方法。电生理检测提示可记录典型诱发电位波形者进行人工耳蜗植入,术中采用耳后切口面隐窝径路,经圆窗或耳蜗开窗法植入电极。收集患者术中 EABR 数据,分析 EABR 波形,测量 III、V 波波幅,潜伏期等参数。

**1.2.3 开机调机** 两组 38 例患者开机进行神经反应遥测(neural response telemetry, NRT)和纯音测听,收集人工耳蜗植入耳的平均听阈;回顾性分析开机 1 年时患者编程调试的最大舒适强度 C 值和动态范围,C 值根据患者主观反应获得。

**1.2.4 耳鸣评估** 耳鸣组 28 例患者术前、术后 1 d、术后 1 年三个时间点分别进行耳鸣残疾评估量表(tinnitus handicap inventory, THI)评估 CI

对耳鸣的疗效。本研究采用的 THI 量表最初由 Newman 在 1996 年开发,石秋兰等<sup>[3]</sup>研译了中文版 THI 问卷。THI 量表包括 3 个部分,25 个子项。第一部分为功能性评价,包括 11 个子项,主要评估精神功能、社会职业功能、身体功能;第二部分为情感评价,包含 9 个子项,用于评估患者对耳鸣的反应;第三部分为严重性评价,包括 5 个子项,用

于评估耳鸣症状的严重程度。患者在回答问卷时按顺序不能跳过问题,每项回答“是”记 4 分,回答“有时”记 2 分,回答“无”记 0 分。THI 评分满分为 100 分,得分越高耳鸣程度越严重,根据耳鸣严重程度分为 I~V 级,治疗后评分较治疗前降幅 $\geq 20$ 分即为有效。将术后 1 年和术前 THI 总分的变化值记为  $\Delta$ THI。

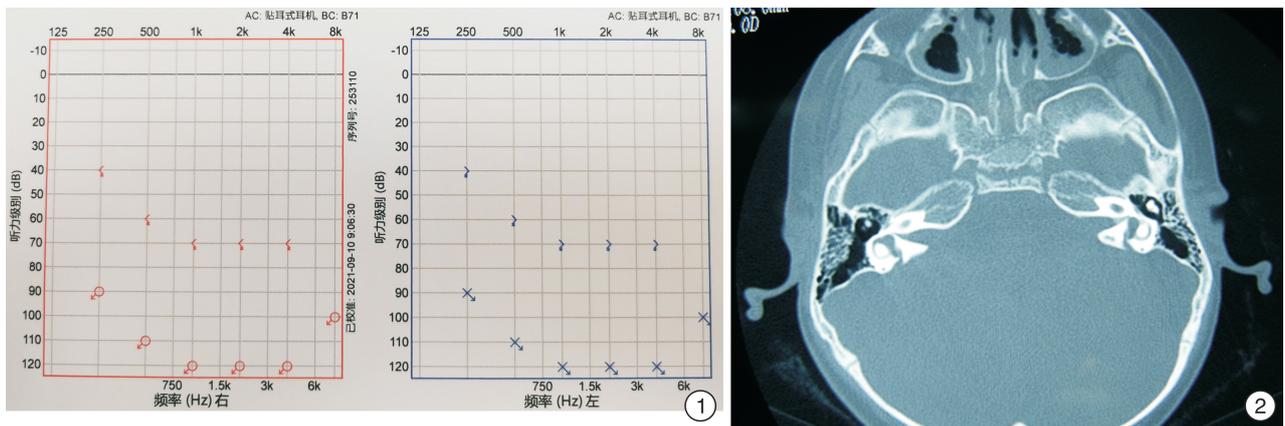


图 1 纯音测听 双侧极重度神经性聋; 图 2 颞骨 CT 正常中耳和耳蜗双侧 LVAS

表 1 耳鸣组患者信息一览表( $n=28$ )

例序	性别	年龄	耳聋原因	耳聋时间	耳鸣时间	植入耳	型号
1	女	56	突发性聋	7 年	7 年	左	CA
2	男	26	不明原因	13 年	13 年	右	CA
3	男	17	LVAS	11 年	11 年	右	CA
4	男	28	不明原因	20 年	5 年	左	CI422
5	男	54	神经性聋	5 年	5 年	右	F-CA
6	男	39	头外伤	1.5 年	1.5 年	左	F-CA
7	男	45	神经性聋	9 年	9 年	右	CA
8	女	62	神经性聋	8 年	8 年	右	CA
9	男	45	突发性聋	7 个月	7 个月	右	ST
10	男	64	突发性聋	6 个月	6 个月	左	ST
11	男	20	LVAS	8 年	5 年	右	512
12	男	47	神经性聋	18 年	18 年	右	F-CA
13	男	39	突发性聋	5 个月	5 个月	右	CA
14	男	27	不明原因	双侧 10 年	双侧 10 年	双	CA
15	男	43	神经性聋	6 年	6 年	右	F-ST
16	女	21	LVAS	1 年	1 年	右	422
17	女	50	突发性聋	6 个月	20 年	左	F-ST
18	女	29	不明原因	13 年	20 年	左	512
19	男	26	不明原因	9 年	14 年	右	CS-10A
20	女	28	突发性聋	6 个月	10 年	右	F-ST
21	女	28	LVAS	16 年	16 年	左	F-CA
22	男	25	LVAS	12 年	12 年	右	422
23	男	47	中耳炎	35 年	35 年	左	422
24	男	23	LVAS	5 个月	9 年	右	F-CA
25	女	69	神经性聋	8 年	8 年	左	F-ST
26	男	20	LVAS	2 年	2 年	左	512
27	男	45	神经性聋	1 年	4 年	左	512
28	男	29	不明原因	20 年	20 年	右	F-CA

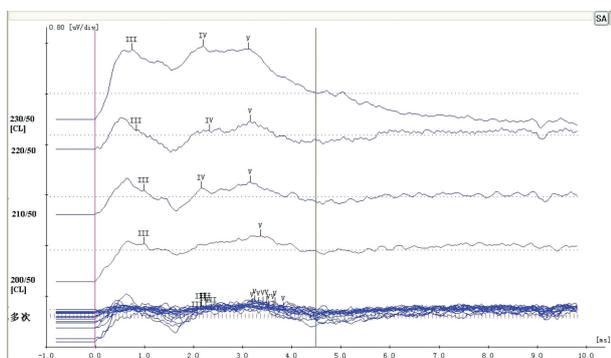
### 1.3 统计学方法

结果以  $\bar{X} \pm S$  表示,应用 SPSS 20.0 统计分析软件,对耳鸣组和对照组测试 EABR 各项指标、THI 结果进行两样本比较最小显著性  $t$  检验;对耳鸣组不同时间点 THI 结果进行多因素方差分析,直线回归及相关分析用于术中 EABR 阈值和术后调机 C 值,术中 EABR 波幅和 THI 变化值;以  $\alpha = 0.05$  为检验水准,差异有统计学意义。

## 2 结果

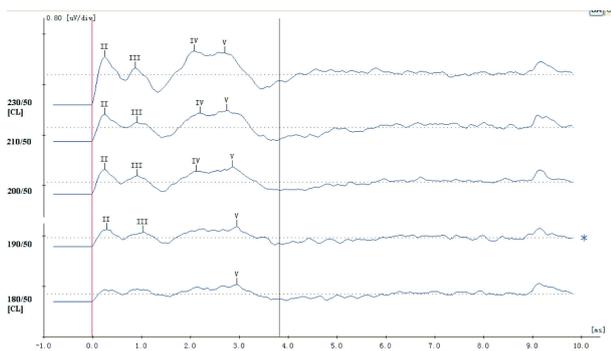
### 2.1 术中 EABR 检测

耳鸣组和对照组 38 例患者术中 EABR 测试均引出分化较好的 II、III、IV、V 波形,引出率为 100%,参考 2009 年 Gibson 等<sup>[4]</sup>的 EABR 分类法,分为 4 级。分析患者术中 EABR 波形,测量 III、V 波波幅及潜伏期等参数(图 3、4)。



可见分化良好的 III、IV、V 波形,Gibson 分级 4 级,但 III 波波幅较高,V 波波幅较低,V 波潜伏期延长。

图 3 神经性聋伴耳鸣患者 EABR 检测



可见分化良好的 II、III、IV、V 波形,Gibson 分为 4 级,但 III 波波幅较低,V 波波幅较高,V 波潜伏期正常。

图 4 神经性聋不伴耳鸣患者 EABR 检测

耳鸣患者术中 EABR 出现 III 波波幅较 V 波增大,和不伴耳鸣患者比较有差异性变化(表 2),经最小显著性  $t$  检验:III 波波幅、V 波波幅及 V 波潜伏期在耳鸣组与对照组的差异有统计学意义( $P < 0.05$ );耳鸣组 III 波波幅大于 V 波波幅( $P < 0.05$ )。耳鸣患者呈现“大 III 波小 V 波”特征。

表 2 两组患者术中 EABR 检测 III 波、V 波参数

组别	例数	III 波波幅	V 波波幅	V 波潜伏期
耳鸣组	28	0.42 ± 0.13 <sup>1)2)</sup>	0.33 ± 0.10 <sup>1)</sup>	4.85 ± 0.54 <sup>1)</sup>
对照组	10	0.25 ± 0.03	0.55 ± 0.07	4.04 ± 0.32

与对照组比较,<sup>1)</sup>  $P < 0.05$ ;与 V 波波幅比较,<sup>2)</sup>  $P < 0.05$ 。

### 2.2 开机测试 NRT 收集调机 C 值

术后开机两组 38 例患者均获得良好的电听性反应,无患者出现面抽、眩晕等并发症。开机测试 NRT(图 5),其中 2 例患者未引出,5 例患者波形分化一般,余波形分化好。开机半年后患者 T 值和 C 值稳定,收集两组患者开机 1 年的调机 C 值,选择比较稳定的 12 号电极数据,平均 C 值为(162.78 ± 24.57) CL。收集两组患者术中 EABR 阈值,平均为(158.62 ± 10.31) CL。两组 38 例患者的 EABR 阈值和开机调机 C 值,通过直线相关分析,Pearson 相关系数为 0.903,差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。

### 2.3 术后随访

38 例成人语后聋未进行语训,术后使用人工耳蜗均 3 年以上。患者单侧或双侧(1 例)植入人工耳蜗,平均术后 1~3 个月听力明显改善,安静环境下可以逐渐听懂熟人的言语,术后 6 个月可以与熟悉的人进行日常交流。

随访患者三个时间点的 THI 量表得分越高耳鸣的程度越重。本研究共收集 28 例患者的 THI 量表结果,术前 V 级灾难性耳鸣(78~100 分)3 例(10.7%),IV 级重度耳鸣(58~76 分)12 例(42.9%),III 级中度耳鸣(38~56 分)11 例(39.3%),II 级轻度耳鸣(18~36 分)2 例(7.1%),I 级轻微耳鸣(0~16 分)0 例。

术后 1 d 随访患者 THI,其中 8 例(28.6%)患者自觉耳鸣减弱,1 例自觉耳鸣消失,THI 得分与 CI 术前相比下降  $\geq 20$  分;17 例(60.7%)耳鸣改善不明显(THI 得分下降  $< 20$  分);2 例患者自述耳鸣加重。

术后 1 年随访患者 THI 评分,有 23 例(82.1%)患者自觉耳鸣消失或减弱,其中 20 例(71.4%)患者耳鸣治疗有效,THI 得分与 CI 术前相比下降  $\geq 20$  分,3 例改善不明显(THI 得分下降  $< 20$  分);4 例(7.1%)患者自觉耳鸣无改善;1 例患者自述耳鸣加重。本研究将术后 1 年和术前 THI 总分的变化值记为  $\Delta$ THI。

28 例患者 CI 术前 THI 评分为 65.00 ± 14.93、术后 1 d 为 55.00 ± 15.93、术后 1 年为 36.00 ± 21.02,术后 1 年  $\Delta$ THI 为 29.0 ± 19.33,三个时间点 THI 总分经过方差分析,术后 1 年得分差异有统计学意义( $P < 0.05$ ),术后 1 d 较术前差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。

将耳鸣组患者的术中 EABR 波形 III 波波幅 ( $0.42 \pm 0.13$ ) 和术后 1 年  $\Delta$ THI ( $29.0 \pm 19.33$ ) 变

化进行直线相关分析, Pearson 相关系数  $r = 0.873$ , 差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。

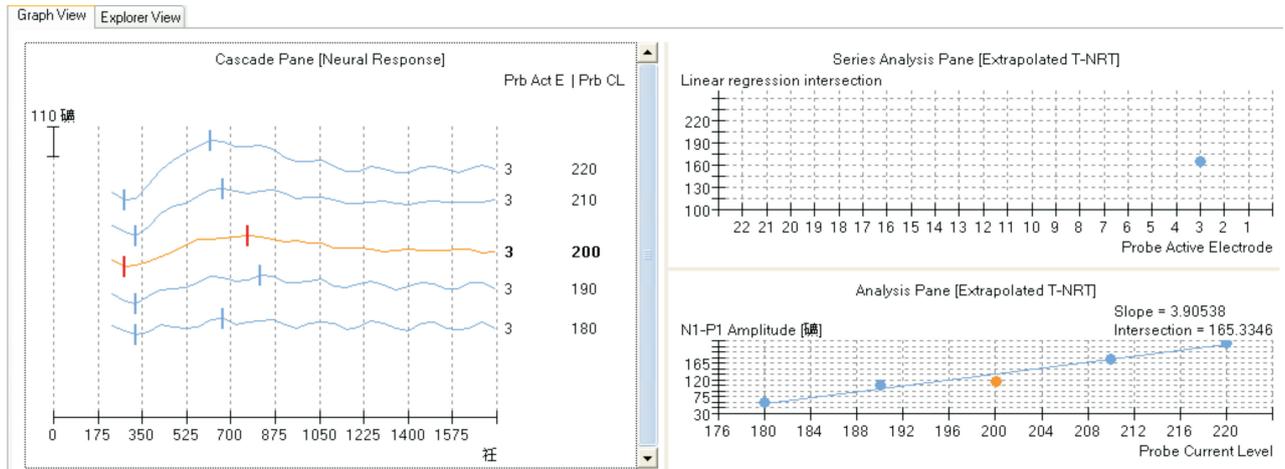


图5 术后开机 NRT 图 N1-P1 波形

### 3 讨论

近年来,国内外许多学者对耳鸣听力学检测指标进行大量研究<sup>[5-7]</sup>,初步认为声刺激 ABR 检查可作为研究耳鸣的一项客观方法,但耳鸣患者的 EABR 特点目前还未见较多研究。EABR 是通过电刺激来获得听觉通路电生理情况的检测方法,联合 CI 研究耳鸣具有较大的优势,本研究通过观察行 CI 术患者的 EABR 各波特点,评估 CI 对耳鸣的抑制效果,为电刺激治疗耳鸣探索理论基础。

#### 3.1 耳鸣与术中 EABR

耳鸣发生机制包括外周和中枢两个体系<sup>[8]</sup>,一般认为耳鸣源于耳蜗,在听觉通路上被识别和加工,在皮层下中枢被感知为耳鸣。ABR 的 III、V 波主要反映听觉通路的电生理情况,波 III 来源于上橄榄核,还有动物实验的结果表明耳蜗核对波 III 的形成起主要作用,波 V 来源于下丘及外侧丘系上方。Shulman 等(1981)发现耳鸣患者常伴有 ABR 波幅的“大 III 波小 V 波”的波幅变化,该变化可作为中枢性耳鸣的诊断指标。对耳鸣进行掩蔽治疗后的 ABR 观察中,发现有部分患者的 ABR 由大 III 波小 V 波转为小 III 波大 V 波,说明耳鸣被抑制后 ABR 波形回复正常状态。本研究 28 例耳鸣患者组内比较,术中 EABR 波形 III 波波幅大于 V 波波幅,同时耳鸣组与对照组之间比较 III 波和 V 波也有显著性差异,与声刺激 ABR 表现一致,提示耳鸣患者在听觉传导通路的不同部位受损害程度不同,患者 EABR 波幅可以反映耳鸣的损害部位。

Henry 等<sup>[9]</sup>认为包裹螺旋神经节树突和轴突的 I 型髓鞘因多种病因脱髓鞘,受损的初级传入神经元异位兴奋和反应性自发增加,产生异位电活动。Shulman 等(1981)还发现有部分无听力损失

的耳鸣患者声刺激 ABR 检查 I、III、V 波延长,且 III、V 波的延长多由于 I 波延长所致。本研究耳鸣患者术中 EABR 波形和不伴耳鸣组比较 V 波潜伏期延长,和声刺激 ABR 在耳鸣患者的表现一致,反映了耳鸣患者低级听觉中枢受损的电生理特点,可以通过 EABR 相关参数进行耳鸣研究。

#### 3.2 CI 术前术后耳鸣评估

语后聋患者大多数伴随不同程度耳鸣,本研究部分患者耳鸣时间大于耳聋时间,考虑患者是逐渐听力下降,至重度耳聋以上才进行 CI 术,其中术前耳鸣严重影响生活者 2 例。Aschendorff 等(1998)经量表评估 CI 对耳鸣的作用后发现,耳鸣严重程度下降的范围为 20%~86%。龚树生等<sup>[10]</sup>对国外有关 CI 与耳鸣的文章进行统计,有 33%~65.8% 的患者耳鸣完全消失,25%~39% 的患者耳鸣减轻或缓解,5%~8% 的患者耳鸣症状加重。Van Zwieten 等<sup>[11]</sup>认为高频刺激会影响听觉通路中与耳鸣相关的异常神经元活动,从而抑制耳鸣。THI 量表能从多角度了解耳鸣的严重程度和患者的心理状态,通过 THI 问卷调查可使医生了解患者的心理变化,对疗效评估及指导治疗有帮助。

本研究耳鸣患者 CI 术后 1 d 未开机,但随访 THI 问卷中 28.6% 的患者出现不同程度的耳鸣减弱,1 例出现耳鸣消失,2 例出现耳鸣加重。Bovo 等<sup>[12]</sup>对 51 例语后聋伴严重耳鸣患者进行了系统回顾性研究,CI 植入后短期内耳鸣声音减轻的机制可能是机械刺激和电刺激听神经同时作用而产生的。人工耳蜗未开机就出现耳鸣抑制可能是电极在耳蜗鼓阶内机械刺激改变了耳蜗内的局部电场,耳鸣发生率下降。而 CI 术后 1 年,28 例耳鸣患者中有 82.1% 自觉耳鸣消失或减弱,3 例改善不

明显,7.1%的患者自觉耳鸣无改善,1例患者自述耳鸣加重。大部分患者从CI术中获益,特别是伴随视力减退的患者。Bovo等<sup>[12]</sup>认为6个月时耳鸣声音才较术前减轻的机制可能是大脑可塑性重组的完成。开机后的人工耳蜗电刺激听觉细胞,一方面电信号刺激螺旋神经节细胞产生声觉,传入脑干、听觉皮层的声信号增加,听觉皮层重塑、反馈调节神经元兴奋性降低,耳鸣减弱或消失;另一方面耳蜗局部电场变化抑制了残余听觉细胞的异常兴奋,最终共同导致耳鸣被抑制。另外,例9、例10及例13患者耳鸣时间<1年,术后耳鸣好转也不排除自愈的可能性,需进一步收集更多的病例进行研究得以论证。

### 3.3 术中 EABR 与术后调机和耳鸣评估

本研究28例伴耳鸣耳聋患者CI术后开机,调机C值和术中EABR阈值有明显相关性,可以使用EABR阈值指导术后调机,预先提供调机范围可以避免过大电流损伤内耳。李树华<sup>[13]</sup>在建立大鼠耳鸣模型的研究中发现水杨酸钠所导致的听觉神经元自发性放电增加的效应具有剂量依赖性。Di Nardo等<sup>[14]</sup>认为人工耳蜗通过电极刺激耳蜗螺旋神经,声音信息传入听觉中枢系统会引起神经系统功能上的改变甚至结构重组,进而缓解耳鸣。人工耳蜗植入后使患者听到了外界的声音,进而会掩盖掉耳鸣的声音,在一定程度上改善了患者的情绪。本研究耳鸣组患者术中EABR的Ⅲ波波幅大小和术后1年耳鸣改善程度THI有显著一致性,相关系数较高,Ⅲ波反映了耳鸣的低位神经中枢电生理特征,和人工耳蜗电刺激的耳鸣抑制效果在数量上有明显相关性,提示可以通过分析术中EABR波形,判断患者耳鸣的严重程度以及预估电刺激对耳鸣的抑制效果。但本研究作为EABR和耳鸣关系的初步研究,尚需进一步研究来明确两者的关系。

Zeng等<sup>[15]</sup>详细论述了电刺激抑制耳鸣的可能机制和前景,本研究表明耳鸣和术中EABR的部分参数有一定相关性,并且行CI术后患者耳鸣得到改善,表明电刺激在治疗耳鸣方面有很好的前景。CI用于耳鸣治疗,关键是如何确定适应证、评估疗效以及降低风险,术中EABR为我们提供了一种思路。

目前多认为,急性耳鸣多与外周听力损伤有关,慢性耳鸣多与中枢有关。丘脑被称为“皮质的关口”,丘脑的不同区域负责处理不同类型的感觉信息输入。EABR主要涉及螺旋神经节、脑干、耳蜗核等初级听觉中枢,对耳鸣发生时听觉通路的功能判定有一定局限性,对丘脑的评估可以采用电刺激中潜伏期听觉诱发电位,本课题组已经掌握了此

项技术,下一步将开展耳鸣机制方面关于高级听觉中枢的研究。

**利益冲突** 所有作者均声明不存在利益冲突

### 参考文献

- [1] Savage J, Waddell A. Tinnitus[J]. Am Fam Physician, 2014, 89(6):471-472.
- [2] 王斌,曹克利,魏朝刚. 听神经病人工耳蜗植入术中EABR监测及其疗效评估[J]. 临床耳鼻咽喉头颈外科杂志, 2013, 27(10):449-454.
- [3] 石秋兰,卜行宽,王俊国,等. 耳鸣致残量表中文版的研译与临床应用[J]. 南京医科大学学报:自然科学版, 2007, 27(5):476-479.
- [4] Gibson WP, Sanli H, Psarros C. The use of intra-operative electrical auditory brainstem responses to predict the speech perception outcome after cochlear implantation[J]. Cochlear Implants Int, 2009, 10 Suppl 1:53-57.
- [5] Domarecka E, Olze H, Szczepek AJ. Auditory Brainstem Responses(ABR)of Rats during Experimentally Induced Tinnitus: Literature Review[J]. Brain Sci, 2020, 10(12):901.
- [6] 吴文丽,丁雷,高铭媛,等. 单侧急性耳鸣患者耳蜗电生理学研究[J]. 临床耳鼻咽喉头颈外科杂志, 2022, 36(5):357-361.
- [7] 杨旭春,方耀云. 不同年龄组大鼠听性脑干反应结果分析[J]. 听力学及言语疾病杂志, 2004, 12(1):28-34.
- [8] 范欣,宋昱,马芙蓉. 浅谈扣带回生理功能及其在耳鸣发生中的作用[J]. 临床耳鼻咽喉头颈外科杂志, 2020, 34(12):1141-1144.
- [9] Henry MA, Freking AR, Johnson LR, et al. Increased sodium channel immunofluorescence at myelinated and demyelinated sites following an inflammatory and partial axotomy lesion of the rat infraorbital nerve[J]. Pain, 2006, 124(1/2):222-233.
- [10] 龚树生,陈成芳. 人工耳蜗植入与耳鸣[J]. 中国医学文摘(耳鼻咽喉科学), 2009, 24(5):244-246.
- [11] van Zwieten G, Jahanshahi A, van Erp ML, et al. Alleviation of Tinnitus With High-Frequency Stimulation of the Dorsal Cochlear Nucleus: A Rodent Study[J]. Trends Hear, 2019, 23:1-10.
- [12] Bovo R, Ciorba A, Martini A. Tinnitus and cochlear implants[J]. Auris Nasus Larynx, 2011, 38(1):14-20.
- [13] 李树华. 水杨酸钠的耳毒性机理研究进展[J]. 听力学及言语疾病杂志, 2001, 9(3):174-176.
- [14] Di Nardo W, Cantore I, Cianfrone F, et al. Tinnitus modifications after cochlear implantation[J]. Eur Arch Otorhinolaryngol, 2007, 264(10):1145-1149.
- [15] Zeng FG, Djalilian H, Lin H. Tinnitus treatment with precise and optimal electric stimulation: opportunities and challenges[J]. Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg, 2015, 23(5):382-387.

(收稿日期:2022-01-24;修回时间:2022-05-06)