

doi: 10.3969/j.issn.1672-4933.2023.04.010

# 人工耳蜗调机中电流刺激量设定过高 1例报道

A Case Report - Current Stimulation in Cochlear Implant Mapping

苗艳 崔丽娜 叶红

MIAO Yan, CUI Li-Na, YE Hong

**【摘要】目的** 分析听障儿童在人工耳蜗调机前后听觉能力和言语清晰度的变化,强调精准调机的重要性,避免电流刺激量过高。**方法** 患儿人工耳蜗术后开机1年4个月,康复效果欠佳,表现为声音察觉好,精准听辨和言语清晰度差,听觉能力评估量表(CAP)为5级,言语可懂度分级量表(SIR)为1级。调机时发现,T值、C值均过高,尤其高频电极,给予精准调机,降低电流刺激量。**结果** 电流刺激量降低后,患儿康复效果进步明显,助听听阈25~30 dB HL,听觉能力评估量表(CAP)达7级,言语可懂度分级量表(SIR)达5级。**结论** 人工耳蜗术后精准及个性化调机至关重要,既要重视刺激量不足,也要避免刺激量过高。

**【关键词】** 听障儿童;人工耳蜗;精准调机;电流刺激量过高

**【Abstract】 Objective** To analyze the hearing and speech ability of a cochlear implant child before and after cochlear implant mapping, and to emphasize the importance of precise mapping, and avoid excessive current stimulation. **Method** The child had cochlear implant for one year and four months with poor rehabilitation effect, although sound detection was good, accurate hearing and speech articulation was poor. CAP (categories of auditory performance) and SIR (speech intelligibility of rate) were adopted. CAP was 5 and SIR was 1. CI mapping was found that the T-Level and C level were all too high, especially for the band of high frequencies. We made precise mapping, and reduced the level of current stimulation. **Result** After the precise mapping, the rehabilitation effect made remarkable progress, CAP was 7 and SIR was 5. **Conclusion** The precise and personalized mapping after cochlear implantation is very important. Not only should we pay attention to the lack of stimulation, but also avoid excessive stimulation.

**【Key words】** Hearing-impaired child; Cochlear implant; Precise mapping; Excessive current stimulation

对于重度、极重度感音神经性耳聋患者,人工耳蜗植入是一种最有效的听力重建和康复手段。目前,全国已有近10万听障者植入了人工耳蜗。对话前聋听障儿童早期植入人工耳蜗,术后进行合理有效的调机及康复训练,可以让听障儿童获得良好的听觉言语能力及全面发展<sup>[1]</sup>,进入普校学习,回归主流社会。调机时电流量的设定非常重要。电流量过高、过低,都会影响言语识别和清晰度,导致康复进展缓慢。电流量过低易在生活和教学中发现,而电流量过高则容易被忽视,往往在开机1年后甚至更长时间,患儿在语言发展上较同期植入人工耳蜗孩子有明显差距时才发现。

## 1 资料与方法

### 1.1 病例资料

患儿,男,2016年9月22日出生,新生儿听力筛查未通过,双侧畸变产物耳声发射(DPOAE)均未引出,脑干

听觉诱发电位(ABR):双耳100 dB无反应,耳蜗微音电位(CM)均未记录到,声导抗A型鼓室图,声反射未引出,耳部CT及核磁检查无异常。行为测听结果见表1,多频稳态诱发电位结果见表2。

表1 行为测听结果(dB HL)

频率(Hz)	250	500	1000	2000	4000
右耳听阈	95	105	100	115	120
左耳听阈	100	100	105	105	100

表2 多频稳态诱发电位结果(dB nHL)

频率(Hz)	500	1000	2000	4000
右耳	115	110	115	115
左耳	110	90	110	110

根据各项主客观听力测试结果,诊断为双耳极重度感音神经性耳聋。2017年4月双耳选配特大功率助听器Phonak SKy V90 Up,助听效果差。2018年5月右耳植入

作者单位:中国听力语言康复研究中心 北京 100029

作者简介:苗艳 硕士 副研究员;研究方向:听力康复

通讯作者:叶红, E-mail: 921047337@qq.com

人工耳蜗,佩戴 Cochlear N6 声音处理器,左耳继续配戴助听器。

植入人工耳蜗后,患儿对声音反应灵敏,林氏六音测试准确率 100%,家长和老师都认为该患儿听得很好,但随着康复进程逐步推进,患儿进步缓慢,尤其是言语清晰度差,声母发不出,声调僵硬,外人无法听懂,感觉像外国人说中文,康复教师建议进一步调机,增强精细听辨,开机 1 年 4 个月,2019 年 9 月来我中心听力门诊部就诊。

1.2 研究方法

1.2.1 助听效果评估 在标准隔声室中进行(本底噪声 <=30 dB A),建立标准 45°声场并进行校准,分别评估双耳助听效果,患儿虽然已经 3 岁,但游戏测听(PA)配合欠佳,多动,注意力不集中,假性反应多,采用游戏测听联合视觉强化(VRA)方式进行测试结果可靠性差(见图 1)。

1.2.2 问卷评估 采用听觉能力分级量表(CAP)和言语可懂度分级量表(SIR)评估患儿的听觉能力和言语可

懂度分级,听觉力量表分 0~9 级,言语可懂度分 1~5 级。患儿就诊时,CAP:5 级,表示不借助唇读,能理解常用短句。SIR:1 级,表示其连贯的言语(短句或句子)不能被听懂,其口语中的词汇不易被识别,日常交流的主要方式为手势。

1.2.3 人工耳蜗调试 打开 Cochlear 公司的 Custom Sound 4.3 调机软件,连接患儿言语处理器,测试电阻正常,打开使用的程序图(2019 年 7 月调试,见图 2),采用 ACE 编码策略,脉宽 25u sec,刺激速率 900 pps,动态范围 57~65 CL。

由于患儿配合差,无法采用游戏测听方法设定 T 值,故行电刺激神经反应遥测技术(neural response telemetry, NRT),NRT 技术可测出电诱发复合动作电位(electrically evoked compound action potential, ECAP)阈值,ECAP 阈值与术后调机的 T、C 值高度相关。根据 NRT 测试结果,做初步程序图,与之前相比,动态范围调整为 50 CL、T、C

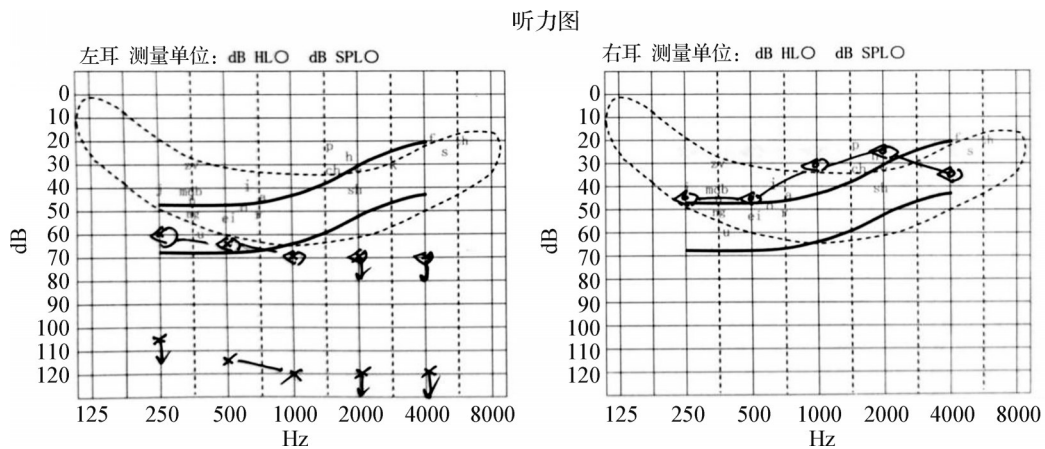


图 1 助听效果评估图

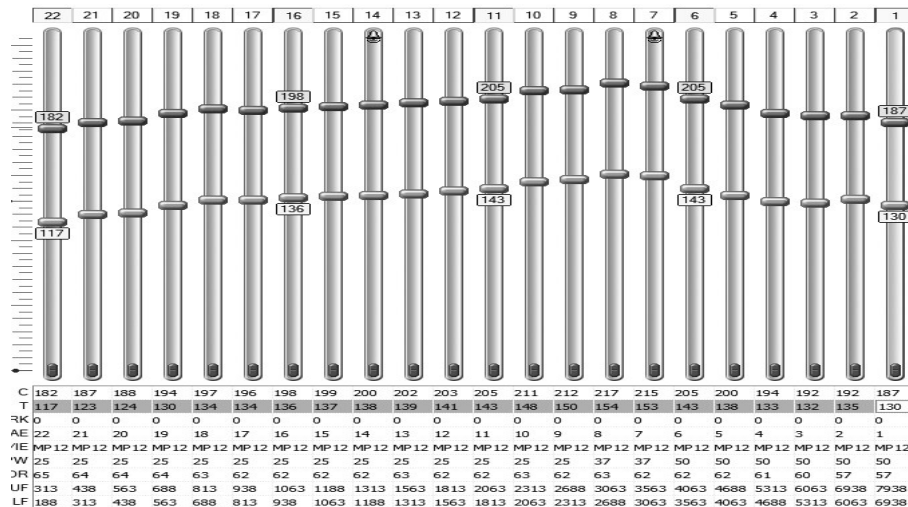


图 2 患儿就诊时人工耳蜗使用的程序图

值降低,中高频尤其1号电极变化明显。建议家长先使用这个程序图,同时孩子已经3岁,建议强化训练游戏测听,用游戏测听的方式能更精准地设定T值。

1个月后,2019年10月患儿复诊,经过训练,调机时能配合完成游戏测听,T值设定更加准确,选取不同位置上5个电极进行测试(22号、16号、11号、6号、1号),其他电极通过软件进行差值定值,做出新的程序图(见图3),T、C值较之前明显降低,T值降低7~38 CL,尤其1号电极降低38 CL,C值降低19~45 CL,1号电极降低45 CL,动态范围仍然设定为50 CL,具体见表3。

表3 调机前后电流刺激量对比表(CL)

电极号	22	16	11	6	1
原T值	117	136	143	143	130
现T值	109	121	136	131	92
T值降低	8	15	7	12	38
原C值	182	198	205	205	187
现C值	159	171	186	181	142
C值降低	23	27	19	24	45

患儿分别在2020年1月、2020年6月复诊2次,用游戏测听方式设定T值,用指认法设定C值,结果变化不大,相对稳定。

## 2 结果与分析

### 2.1 问卷

患儿电流量降低后,康复进步迅速,家长和老师感觉孩子每天都有变化,上课配合程度进步明显,精准听辨和言语清晰度明显改善,发音越来越自然。患儿使用新程序后,不愿意再用旧程序,明确表示新程序更舒服、清楚。2020年6月CAP听觉能力测试:7级(能和认识的人打电话),SIR言语可懂度测试:5级(其连贯的言语能被所有人听

懂),2020年9月进入普幼就读,每年复诊一次,微调程序。

### 2.2 助听效果评估测试

250~4000 Hz 25~30 dB有反应,耳蜗助听效果最适。

## 3 讨论

### 3.1 调机对人工耳蜗植入儿童听觉言语能力及康复效果的重要性

对于重度或极重度听障儿童,植入人工耳蜗是康复进程的第一步,影响人工耳蜗术后效果的因素很多,如植入年龄、听损程度、耳蜗结构和听神经发育情况、康复训练、术后调机等,术后调机是关键环节,只有通过术后规范精准且个性化的人工耳蜗调试,才能帮助听障儿童获得最优化的助听效果,重建听力,恢复言语交流能力。

对于多通道人工耳蜗调试,在设定好编码策略、刺激速率、脉宽等参数基础上,最重要的就是使用主观心理物理方法在不同通道上设定T值和C值。T值是指能察知的最小刺激水平,C值是指最大舒适刺激,T值和C值间的范围为电动态范围<sup>[1]</sup>。既要保证听障儿童从小声到大声言语都能听见,还要优化言语分辨、识别。同时声音要富有层次,建听者听轻声,人工耳蜗植入者也要听轻声,健听者听大声,人工耳蜗植入者也应该是大声,但不会不舒服。T值设置过低,将导致对小声言语的可听度不够,对于听障儿童来说,因为言语识别和口语发展,对小声言语可听度要求更高。而T值设置过高,孩子会听到持续的噪声,描述为“机械声”、“嘶嘶声”等,电刺激动态范围被不必要压缩,导致言语分辨差<sup>[2]</sup>。C值的设定也非常重要,设定过低将直接影响言语识别和声音质量,对于语前聋儿童来说,影响对自己声音的控制和言语清晰度。C值设定过高,会导致植入者听觉不适,同样影响言语识别和

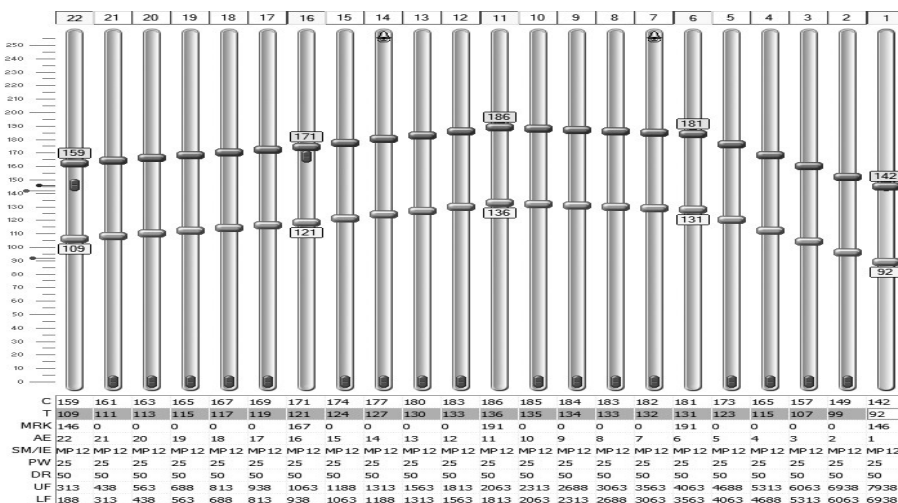


图3 根据游戏测听设定T值调试的程序图

声音质量<sup>[2]</sup>,部分孩子还会出现面抽、眼抽、烦躁、多动等情况。因此,刺激量过高和过低,都会影响孩子的人工耳蜗效果,影响言语识别和清晰度。

### 3.2 人工耳蜗植入儿童电流刺激量设定过高的临床表现

临床上,刺激量设定过低,比较容易被儿童发现,主要表现为助听效果评估不佳,一般人工耳蜗植入的儿童,声场评估250~4000 Hz助听听阈可达20~40 dB HL。刺激量过低的儿童,助听听阈往往高于40 dB HL,在生活和教学中会出现孩子对声音尤其是小声,包括环境和言语声不够灵敏,影响言语识别和口语发展。但对于刺激量设定过高,往往容易忽视,经常在开机1~2年后才发现,因为这些孩子在生活中对声音反应非常灵敏,适应刺激量后也没有明显不适、害怕表现,声场评估往往各频率在15~25 dB都有反应。再小的声音,因为低于输入声音动态范围的下限,不会映射到耳蜗电动态范围内,评估图上不会表现。因此,单凭声场评估结果判断人工耳蜗植入儿童听得好坏并指导调机,是不准确的,并不是助听听阈越低,言语识别率就越好<sup>[3]</sup>。1~2年后发现孩子康复进展慢,尤其精准听辨和言语清晰度差,声调僵硬或尖,不熟悉的人听不懂,和同期植入人工耳蜗的孩子差距越来越大,才来就诊。有些孩子还容易出现烦躁、多动、不听指令等表现。就诊时孩子往往3岁以上,通过精准调机发现刺激量设定过高,可以是部分电极或是整体刺激量。把刺激量调到适合孩子的水平,孩子精准听辨和言语清晰度会有明显改善。对部分孩子,如果刺激量下降过多,会导致响度变化明显,孩子不适应,这时可以逐渐分次把刺激量降到适合孩子的水平。因此,如果发现人工耳蜗植入儿童对声音察觉灵敏,声场评估15~25 dB HL都有反应,但精细听辨和言语清晰度差,与声场评估和康复进程不吻合,要引起重视,可能会有刺激量过高的问题,建议进一步精准调机。

### 3.3 听障儿童,特别是小龄儿童如何做到规范精准调机

人工耳蜗植入年龄越小,康复效果越好,如果是人工耳蜗植入的适应症,发育状况符合医学要求,建议最小植入年龄可以为6个月。对于语前聋患儿,2岁前植入人工耳蜗,经过合理有效的调机和科学的听觉言语康复训练,其语言能力能基本达到健听同龄儿童水平。听障儿童开机后要定期进行调试,一般在开机后1个月、3个月、6个月及12个月进行,之后建议每年调机一次,有问题随时调机。

对小龄儿童,由于认知水平低、注意力集中时间短、信息处理能力低,无法对声音信号做出准确反馈等原因,使用BOA及VRA方法难以得到可靠的主观心理测试阈

值<sup>[4]</sup>,一般建议在测出反应阈值的基础上适当降低刺激量作为T值<sup>[2]</sup>。同时可以配合使用客观检查用于辅助术后调机,如电诱发复合动作电位、电诱发听性脑干反应(electrically evoked auditory brainstem response, EABR)、电诱发镫骨肌反射(electrically evoked stapedius reflex, ESRT)等。ECAP是目前耳蜗术后常用的检测方法,通过记录耳蜗内的植入电极电刺激的听神经动作电位预估调试参数,ECAP阈值与T、C值均有一定相关性<sup>[5,6]</sup>,用主、客观结果相互验证进行调机,避免电刺激量过高及过低,激活程序后密切观察孩子对声音的反应有无不适表现。对于开机一年以上或实际年龄2岁以上的儿童,由于听觉经验和听觉能力不断增长,对VRA测试中使用的声光玩具逐渐失去兴趣,建议家长和老师要尽早训练孩子游戏测听,听到声音主动做出反馈,为人工耳蜗精准调机做准备。本例患儿就诊时已经3岁,开机一年4个月,但仍然无法用游戏测听配合完成调机,使用NRT测试结果初步调机,能够发现问题所在。要求老师和家长训练听声放物,以后复诊均用游戏测听方式设定T值,最终达到精准及个性化调机。

## 4 结论

近年来,随着人工耳蜗技术的不断进步,越来越多的极重度听障儿童植入了人工耳蜗,植入年龄越来越小,为听觉言语康复打下了良好的基础。术后规范有效的调机至关重要,需要根据孩子不同的年龄、认知水平、听觉经验,采用不同的调机方法,主客观相互验证,既要重视刺激量不足,也要避免刺激量过高,达到精准及个性化调机,帮助听障儿童获得满意的康复效果,顺利回归主流社会。

### 参考文献

- [1] 陈艾婷,王倩,冀飞.人工耳蜗调机流程[J].中国听力语言康复科学杂志,2017,15(02):145-148.
- [2] Jace Wolfe, Eric C. Schafer, programming Cochlear Implants[M]. San Diego: Plural publishing, Inc, 2015. 107-115.
- [3] Chan-Junga Chang, Chuan-Hunga Sun, Chuan-Jen Hsu, et al. Cochlear implant mapping strategy to solve difficulty in speech recognition[J]. Journal of the Chinese Medical Association, 2022, 85(8): 874-879.
- [4] 洪梦迪,冀飞.利用视觉强化测听技术进行低龄儿童人工耳蜗调机[J].中华耳科学杂志,2018,16(4):509-512.
- [5] 杨焯,陈杰,钱晓云,等.神经反应遥测用于人工耳蜗植入患儿术后康复效果预估和编程的意义[J].听力学及言语疾病杂志,2015,23(05):522-526.
- [6] 刘瑶,陈鱼,王悦,等.神经反应阈值对人工耳蜗植入儿童行为测听阈值的预测价值[J].临床耳鼻咽喉头颈外科杂志,2022,36(12):641-644.

收稿日期 2023-04-06  
责任编辑 蒋 春