

DOI:10.11798/j.issn.1007-1520.202006008

· 人工耳蜗专栏 ·

# 神经反应遥测技术应用于婴幼儿人工耳蜗植入的作用和体会

伍美芳,王春花,熊杉杉,蒋明,谭国林

(中南大学湘雅三医院耳鼻咽喉头颈外科,湖南长沙410013)

**摘要:** **目的** 探讨应用神经反应遥测技术(NRT)在人工耳蜗植入术中监测,术后调机中的作用和经验体会。**方法** 回顾性分析38例经历人工耳蜗植入的婴幼儿的临床资料,收集每例患者在术中、术后开机、调机应用NRT测试电诱发听神经复合动作电位(ECAP)的阈值数据,应用听觉整合量表(IT-MAIS)评估行为听觉言语功能。**结果** 38例婴幼儿在术中植电极进入耳蜗后均实施NRT测试,每例测试5个电极,分别为1、6、11、16、22号电极,共测试了190个电极,其中163个电极(85.8%)引出了ECAP,其平均阈值为 $(163.8 \pm 21.2)$ CL。近端1号电极ECAP阈值显著高于远端22号电极( $P < 0.05$ )。从开机到开机后12个月,各电极ECAP阈值无显著变化。3岁以下患儿中,25例患儿在各次NRT测试时所有电极都能引出ECAP,而8例患儿存在1~5个电极不能引出ECAP,在开机12个月后,后者的IT-MAIS积分与前者比较差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。**结论** 人工耳蜗植入后NRT测试的ECAP阈值在近端电极显著高于远端电极,耳蜗内数个电极引不出ECAP不影响术后的听觉言语康复。

**关键词:**人工耳蜗;神经反应遥测;听觉言语康复

中图分类号:R764.9\*3

## The role and application experience of nerve response telemetry in infant cochlear implant

WU Meifang, WANG Chunhua, XIONG Shanshan, JIANG Ming, TAN Guolin

(Department of Otolaryngology Head and Neck Surgery, the Third Xiangya Hospital, Central South University, Changsha 410013, China)

**Abstract:** **Objective** To explore the role and application experience of nerve response telemetry (NRT) in intraoperative monitoring and postoperative management of cochlear implant. **Methods** Clinical data of 38 infants undergoing cochlear implant were analyzed retrospectively. The thresholds of electrically evoked auditory nerve compound action potential (ECAP) were measured by NRT during and after operation, and the rehabilitation of behavior hearing and language was evaluated by Infant-Toddler Meaningful Auditory Integration Scale (IT-MAIS). **Results** ECAP was evoked in 85.8% (163/190 electrodes) of the test electrodes by NRT during the procedure of cochlear implant, and the ECAP threshold of the proximal first electrode was significantly higher than that of the distal twenty-second electrode ( $P < 0.05$ ). There was no significant change in the ECAP thresholds of each electrode from switch-on of cochlear devices to 12 months after switch-on. Among infants younger than 3 years old, ECAP was evoked in all electrodes from each NRT test in 25 cases, absent in 1 to 5 electrodes in 8 cases. Twelve months after switch-on, the difference of IT-MAIS score between them was statistically insignificant ( $P > 0.05$ ). **Conclusions** The ECAP threshold of NRT after cochlear implant in the proximal electrode is significantly higher than that in the distal electrode. Absence of several electrodes in ECAP evoked by NRT does not affect the hearing and speech rehabilitation.

**Keywords:** Cochlear implant; Nerve response telemetry; Rehabilitation

基金项目:国家自然科学基金(81870708)。

第一作者简介:伍美芳,女,技师。

通信作者:谭国林,Email: guolintan@csu.edu.cn

各种原因导致的听力残障在临床上比较常见,世界范围的发病率达5.3%<sup>[1]</sup>,中国的城市听力障碍率为1.79%,农村残障率为2.27%<sup>[2-3]</sup>。近20多年来,我国的人工耳蜗植入术治疗极重度感音神经性耳聋患者获得了巨大的成功,使数万例接受植入的患儿获得了较好的听觉和言语功能。我院自2009年开始,实施了205例人工耳蜗植入,在术中、术后开机和调机时应用神经反应遥测技术(neural response telemetry, NRT)取得了一些经验。本文总结和分析NRT应用于人工耳蜗植入的婴幼儿的体会。

## 1 资料和方法

### 1.1 病例资料

回顾性收集2016年1月—2018年12月在中南大学湘雅三医院耳鼻咽喉头颈外科实施人工耳蜗植入的语前聋患儿38例。男21例,女17例;年龄11个月至5岁,平均年龄( $2.5 \pm 2.1$ )岁。影像学资料显示34例患者耳蜗及听神经发育良好,3例耳蜗有Mondoni畸形,1例大前庭水管综合症。听力学检查显示均为双耳极重度感音神经性耳聋。耳蜗植入体为澳大利亚Cochlear公司的Freedom产品。所有患者在电极植入的术中、术后开机和调机均使用NRT进行测试和评估。

### 1.2 NRT测试方法

计算机开机后打开相应软件,吸附言语处理器在植入体线圈上,首先对每个电极进行了阻抗测定,确定所有电极阻抗在正常范围后,使用Custom Sound EP2.0软件的Auto-NRT测试项,设置初始刺激强度为180CL(current level),由软件自动测试1,6,11,16,22号电极的电诱发听神经复合动作电位(electrically evoked auditory nerve compound action potential, ECAP)阈值。当默认参数最大刺激强度下未引出波形时,进行手动操作,增加脉宽设置,观察波形,判断引出波形的阈值。

### 1.3 术后1个月开机和调机

每次开机或者调机时,首先测定5个电极的NRT阈值,再减去20~30CL作为预估的行为阈值(T值),其余电极的T值由软件参考该5个电极自动算出。然后观察患儿对声音的反应,进一步设置更准确的T值。以T值为基础,实时给予刺激声音,观察患儿对声音的接受程度,设置合适的最大舒适阈值(C值)。

## 1.4 听觉言语行为的评估

采用通用的婴儿有意义听觉整合量表(infant-toddler meaningful auditory integration scale, IT-MAIS)<sup>[4-5]</sup>对3岁以下患儿的家长进行问卷调查,评估患儿听觉言语行为水平。量表中有10个条目,家长根据患儿人工耳蜗植入后听觉行为情况对每个条目进行打分,最少0分,最高得4分,总分为40分。

## 1.5 统计学方法

记录术中、术后及各次开机NRT阈值,计算各IT-MAIS问卷的积分。应用SPSS 17.0软件进行统计学分析,各组数据用( $\bar{x} \pm s$ )表示,两组间计量资料比较使用独立 $t$ 检验,多组间比较使用ANOVA分析, $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 术中NRT测试植入体电极ECAP引出率

38例婴幼儿在术中植电极进入耳蜗后均实施NRT测试,每例测试5个电极,分别为1、6、11、16、22号电极,共测试了190个电极,其中163个电极(85.8%)引出了ECAP,其平均阈值为( $163.8 + 21.2$ )CL。从1至22号电极的平均阈值见图1,近端的1号电极和远端的22号电极的ECAP平均阈值分别为( $183.3 \pm 12.1$ )CL和( $155.1 \pm 10.3$ )CL,两者比较差异具有统计学意义( $t = 10.74, P < 0.001$ )。38例中有1例患者术中所有测试电极都没有反应。

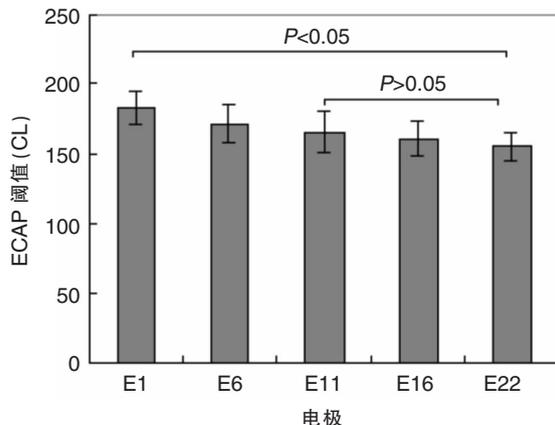


图1 人工耳蜗植入术中NRT测试的各电极的ECAP平均阈值的比较

### 2.2 术后调机时NRT测试的ECAP阈值的动态变化

开机时及随后4次调机的NRT测试的ECAP平

均阈值见图2。在开机及开机后1、3、6、12月的5个时间点测试中,所有患儿每次都测试1、6、11、16、22号电极,每个时间点的38例患儿都测试了190个电极,引出ECAP的电极数分别为172(90.5%)、177(93.2%)、178(93.7%)、181(95.3%)、181(95.3%)。对ECAP阈值的动态观察显示,各电极的ECAP阈值随时间延长均无显著变化( $F = 0.149, P > 0.05$ )。

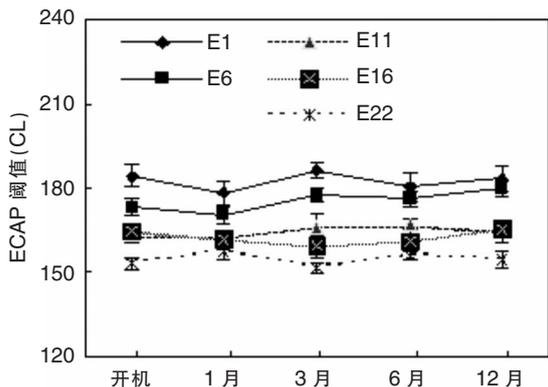


图2 人工耳蜗植入开机后各电极的ECAP平均阈值的动态变化

### 2.3 数个电极未引出ECAP患儿的IT-MAIS积分的变化

在开机到开机后12个月的各次NRT测试中,33例3岁以下患儿中,有25例患儿在每次NRT检测时都引出ECAP(A组),而另外8例患儿在各次NRT测试时都存在1~5个电极未引出ECAP的情况(B组),两组的行为听觉言语功能的IT-MAIS总积分在术前、开机后3个月,开机后12个月比较,差异均无统计学意义( $P > 0.05$ );两组患者在开机后12个月的IT-MAIS积分均显著高于术前( $P < 0.05$ )。1例患儿在术中测试了所有电极均未引出ECAP,但术后开机时16号电极引出,开机后6个月时,16,22号电极引出。该患儿的IT-MAIS总分为27.8分,稍低于平均值。具体数据见表1。

表1 NRT测试时引出与未引出ECAP的患儿在开机后IT-MAIS总积分变化(分,  $\bar{x} \pm s$ )

组别	例数	术前	开机后3个月	开机后12个月
A	25	5.38 ± 0.81	17.26 ± 4.88 <sup>a</sup>	31.33 ± 3.79 <sup>a</sup>
B	8	5.14 ± 0.62	16.08 ± 3.83 <sup>a</sup>	30.36 ± 4.12 <sup>a</sup>
<i>t</i>		0.613	0.465	0.556
<i>P</i>		0.526	0.627	0.589

注: A表示所有电极都引出ECAP的组别, B表示有1~5个电极未引出ECAP的组别。a表示与术前比较,  $P < 0.05$ 。

### 3 讨论

目前,人工耳蜗植入已经成为治疗极重度感音神经性耳聋的最有效手段,而且适用范围越来越广,从6个月的婴幼儿到中老年患者都能实施,一些严重耳蜗畸形、听神经病、Usher综合征、伴有脑瘫合并症的患者也不再是耳蜗植入的禁忌证<sup>[6]</sup>。为保证人工耳蜗植入的疗效,术前评估、术中监测、术后调机等各个环节都十分重要<sup>[7]</sup>。本科室将NRT技术应用于耳蜗植入术中及术后调机,使每例患儿都获得了满意的听觉言语结果。

手术中植入电极后,本组病例各电极的阻抗测定均在正常范围,表明耳蜗植入体的质量稳定,蜗内电极的状态良好。Custom Sound EP2.0软件对选择的5个电极进行自动测试,38例患者中29例(76.3%)所有被测电极都引出ECAP,9例(23.7%)存在1个以上电极不能引出ECAP,其中1例(2.6%)5个电极全部没有引出。关于电极的ECAP不能引出的原因,有作者报道可能与许多因素有关,如耳蜗畸形,脑膜炎所致耳聋,植入电极的阻抗异常,植入电极时带入血液,电极抱蜗轴不紧等因素都可能导致ECAP不能引出<sup>[7]</sup>。本组病例中,引出ECAP的29例患者有2例Mondoni畸形,1例大前庭水管综合症,而有电极不能引出ECAP的9例患者只有1例是Mondoni畸形,且都没有脑膜炎病史,表明这些电极不能引出与耳蜗畸形关系不大,可能与植入电极带入血液或者其他因素有关。因此,在耳蜗开窗前,一定用微型双极电凝对乳突腔及面隐窝充分止血,冲洗干净血液和骨粉,开窗后及时用透明质酸钠封堵窗口,防止血液进入耳蜗,轻柔植入电极。本组数据还显示,术中及术后调机时所有电极都引出ECAP的患儿IT-MAIS量表积分并没有显著高于数个电极引不出ECAP的患儿,提示耳蜗植入后几个电极引不出ECAP并不影响术后听觉言语康复,与以往文献报道一致<sup>[8]</sup>。

1例2岁患儿由接受人工耳蜗植入培训的耳科医师很好的完成了乳突切开,在开放面隐窝及后鼓室时,由于面神经前方遇到一个较大气房,干扰了术者,误认为耳蜗开窗已做好,将电极植入在鼓室内,经过NRT测试时,发现没有ECAP引出,上级医师检查发现,手术的解剖层次欠清,面隐窝没有开放,重新解剖面隐窝及后鼓室,确认圆窗位置,做耳蜗开窗,植入电极后NRT测试,所有5个电极ECAP引

出。这表明对于耳蜗植入的初学者,常规应用 NRT 术中监测十分必要,避免不必要的不良医疗事件发生。特别对于有耳蜗畸形或者遇到电极植入困难时对电极位置的判断有十分重要的价值<sup>[9]</sup>。

NRT 的自动检测程序引出 ECAP 的阈值在 140 ~ 190CL,1 例患者通过手动,需要 210CL 才能引出 ECAP。我们发现,1 号电极 ECAP 阈值稍高,而 22 号电极阈值较低,这可能是由于蜗顶电极更靠近蜗轴,较小的电刺激就可以诱发出听神经反应,而蜗底的电极距离蜗轴相对较远,需要较大的电流刺激引出 ECAP<sup>[10]</sup>。因此,在电极植入时,应尽可能将参考电极植入 1 ~ 2 个,有利于 1 号电极更接近蜗轴,使 NRT 的 ECAP 阈值降低,可能有利于术后听觉言语康复水平。

植入后开机和调机需要确定 T 值和 C 值来获得最佳效果,较大的儿童或成人可以依据行为测听来决定,而婴幼儿很难配合,只能使用 NRT 的 ECAP 阈值来预估。有研究结果显示,T 和 C 值与 NRT 测试的 ECAP 阈值具有显著的相关性,而且可以依据回归方程来计算 T 值和 C 值<sup>[10]</sup>。本组病例的数据显示,开机及调机时使用 Cochlear 公司建议及其他作者报道的数据<sup>[11-12]</sup>,在 ECAP 阈值的基础上降低 20 ~ 30CL 来预估 T 值,根据患儿的反应对各频率 T 值进行增减,设置 T 值。根据 T 值再预估 C 值,通过患儿的对声音刺激的行为最后确定 C 值进行编程。这种 NRT 预估 T 值和 C 值的方法,使本组所有患儿在开机 12 个月后的 IT-MAIS 积分都在较为满意的水平,听觉言语康复较为顺利。

有文献报道,开机后 2 年内,各 NRT 的 ECAP 阈值波动较大<sup>[13-14]</sup>,但也有相反的报道<sup>[10]</sup>,可能与多种因素有关。本组数据显示,开机后的 12 个月内各电极的 ECAP 阈值稍有变化,但无显著差异,这可能与新一代耳蜗植入装置较为稳定有关,手术操作较为精细和成熟也是可能的原因。鉴于此,我们认为调机时即使在术后 12 个月内,也可以不需要每次都测试 ECAP 的阈值。

神经反应遥测技术应用人工耳蜗植入术中的监测及术后开机调机具有十分重要的价值。

#### 参考文献:

[1] 卜行宽. 耳科疾病和听力损失的基层防治—WHO 最新纲领和我国的应答与思考[J]. 中国听力语言康复科学杂志,2014,12

(2):87-89.

- [2] 孙喜斌,魏志云,于丽玫,等. 中国听力残疾人群现状及致残原因分析[J]. 中华流行病学杂志,2008,29(7):643-646.
- [3] 张晓东,于丽玫,孙喜斌,等. 中国听力残疾致残原因分析[J]. 中国听力语言康复科学杂志,2010,8(3):23-26.
- [4] Zhong Y, Xu T, Dong R, et al. The analysis of reliability and validity of the IT-MAIS, MAIS and MUSS[J]. Int J Pediatr Otorhinolaryngol, 2017,96:106-110.
- [5] 张宏征,钱宇虹,郭梦和. 语前聋患儿人工耳蜗植入术后听觉言语功能发育的观察[J]. 听力学及言语疾病杂志,2013,21(5):519-522.
- [6] 高志强,杨仕明. 中国人工耳蜗临床指南补充和修订的思考[J]. 中华耳科学杂志,2019,17(2):142-143.
- [7] 陈扬,付勇,戴继任,等. 电诱发听性脑干反应在人工耳蜗植入中的应用[J]. 中国耳鼻咽喉颅底外科杂志,2019,25(5):482-486.
- [8] 季立,华清泉,曹永茂,等. 未引出 NRT 波形的人工耳蜗植入患者的康复效果观察[J]. 听力学及言语疾病杂志,2009,17(2):172-174.
- [9] Omari AA, Nuseir A, Ata MB, et al. Accuracy of intraoperative electrophysiological testing in confirming correct cochlear implant-electrode positions[J]. Cochlear Implants Int, 2019,20(6):324-330.
- [10] 郗昕,洪梦迪,韩东一,等. 小儿耳蜗植入后电诱发复合动作电位阈值及临床应用[J]. 中华耳鼻咽喉科杂志,2003,38(1):43-46.
- [11] 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(5):522-526.
- [12] Holstad BA, Sonneveldt VG, Fears BT, et al. Relation of electrically evoked compound action potential thresholds to behavioral T- and C-levels in children with cochlear implants[J]. Ear Hear, 2009,30(1):115-127.
- [13] Hughes ML, Vander Werff KR, Brown CJ, et al. A longitudinal study of electrode impedance, the electrically evoked compound action potential, and behavioral measures in nucleus 24 cochlear implant users[J]. Ear Hear, 2001,22(6):471-486.
- [14] 杨彩虹,赵德安,陈雪清,等. 儿童人工耳蜗植入术后神经反应遥测阈值的变化[J]. 临床耳鼻咽喉头颈外科杂志,2007,21(13):598-599.

(收稿日期:2020-03-16)

**本文引用格式:**伍美芳,王春花,熊杉杉,等. 神经反应遥测技术应用于婴幼儿人工耳蜗植入的作用和体会[J]. 中国耳鼻咽喉颅底外科杂志,2020,26(6):641-644. DOI:10.11798/j.issn.1007-1520.202006008

**Cite this article as:** WU Meifang, WANG Chunhua, XIONG Shanshan, et al. The role and application experience of nerve response telemetry in infant cochlear implant[J]. Chin J Otorhinolaryngol Skull Base Surg, 2020,26(6):641-644. DOI:10.11798/j.issn.1007-1520.202006008