

# 先天性聋人工耳蜗植入儿童皮质听觉诱发电位的研究

卢伟 陈丽丽 鲁倩 孙淑萍 雷一波 陈雪清 米思 莫玲燕

450052 郑州大学第一附属医院耳科(卢伟、陈丽丽、鲁倩、孙淑萍、雷一波);100730 首都医科大学附属北京同仁医院 北京市耳鼻咽喉科研究所 耳鼻咽喉头颈科学教育部重点实验室(首都医科大学)[陈雪清、莫玲燕(现在北京和睦家医院耳鼻咽喉科)];101100 北京市通州区人工耳蜗康复中心(米思)

通信作者:卢伟,Email: luweimd@hotmail.com;莫玲燕,Email: lingyanmo@gmail.com

DOI:10.3760/cma.j.issn.1673-0860.2016.04.001

**【摘要】 目的** 通过对先天性聋人工耳蜗植入儿童皮质听觉诱发电位(cortical auditory evoked potential, CAEP)的研究,探讨中枢听觉发育与人工耳蜗植入年龄之间的关系。**方法** 5岁前植入人工耳蜗的先天性聋患儿110例,测试时年龄12~80个月,其人工耳蜗使用时间从刚开机到48个月。声场下以65 dB SPL的/m/、/v/、/g/为测试声,进行CAEP测试,记录其P1、N1及P2波。分析各波的引出率、人工耳蜗植入年龄以及使用时间与P1波潜伏期的关系。**结果** P1波的总体引出率为66.4%,N1波为15.5%,P2波为12.7%;P1波的引出率明显高于N1波( $\chi^2 = 228.542, P = 0.00$ )和P2波( $\chi^2 = 257.438, P = 0.00$ ),差异具有统计学意义。/m/、/v/、/g/等三种刺激声的P1波引出率分别为64.1%、66.9%和68.3%,差异无统计学意义( $\chi^2 = 0.589, P = 0.75$ );三种刺激声之间P1的潜伏期( $P = 0.22$ )和幅度( $P = 0.09$ ),差异均无统计学意义。植入年龄 $\leq 42$ 月龄组P1潜伏期进入与年龄相当的正常值范围的百分比(95.3%)明显高于 $> 42$ 月龄组(66.7%),差异具有统计学意义( $P = 0.02$ )。在42月龄前植入人工耳蜗的儿童中,耳蜗使用时间分别为1年、2年、3年和4年的各组之间,在进入年龄相当的正常P1潜伏期范围的百分比上,差异无统计学意义( $P = 1.00$ )。**结论** 先天性聋患儿42月龄前植入人工耳蜗,其听觉中枢更有可能实现正常发育,而且一经植入使用,即可迅速发展达到正常听力的水平。

**【关键词】** 听觉丧失; 诱发电位, 听觉; 耳蜗植入术; 儿童

**基金项目:** 国家教育部留学回国人员科研启动基金(教外司留[2007]24号);河南省卫生科技重大攻关项目(豫财办教[2010]103号);河南省医学科技攻关计划项目(河南省卫生厅[2013]03049号);首都卫生发展科研专项(首发2011-1017-01)

## Cortical auditory evoked potentials in congenital hearing impaired children with cochlear implants

Lu Wei, Chen Lili, Lu Qian, Sun Shuping, Lei Yibo, Chen Xueqing, Mi Si, Mo Lingyan

Department of Otolaryngology, the First Affiliated Hospital of Zhengzhou University, Zhengzhou 450052, China (Lu W, Lu Q, Sun SP, Lei YB); Department of Otorhinolaryngology Head and Neck Surgery, Beijing Tongren Hospital, Capital Medical University, Beijing Institute of Otolaryngology, Key Laboratory of Otolaryngology Head and Neck Surgery (Capital Medical University), Ministry of Education, Beijing 100730, China (Chen XQ, Mo LY); Tongzhou Rehabilitation Center for Cochlear Implants, Beijing 101100, China (Mi S)

Corresponding author: Lu Wei, Email: luweimd@hotmail.com; Mo Lingyan, Email: lingyanmo@gmail.com

**【Abstract】 Objective** By investigating the auditory cortical evoked potential in congenital hearing impaired children with cochlear implants, the association between central auditory development and the age of implantation was studied. **Methods** P1-N1-P2 were recorded in 110 profound hearing impaired children, aged from 12 to 80 months old and being implanted with cochlear implants before the age of 5 years. Their implant using time ranged from just at the switch-on to 48 months. The stimuli were /m/, /v/, /g/, presented at 65 dB SPL in sound field. The presence rate of each wave was obtained and the relationship between P1 latency and implant age, the time of speech processor switch-on were analyzed. **Results** The

presence rate of P1, N1 and P2 was 66.4%, 15.5% and 12.7%, respectively. The presence of P1 was significantly higher than that of N1 ( $\chi^2 = 228.542, P = 0.00$ ) and P2 ( $\chi^2 = 257.438, P = 0.00$ ). There was no significant difference of P1 presence rate elicited by /m/, /v/ and /g/ (64.1%, 66.9% and 68.3%,  $\chi^2 = 0.589, P = 0.75$ ). There existed no significant difference either among P1 latency ( $P = 0.22$ ) or amplitude ( $P = 0.09$ ) elicited by /m/, /v/ and /g/. There was significant difference between the implant age before and after 42-month-old regarding the proportion that entered the age-appropriate normal P1 latency range ( $P = 0.02$ ). No significant difference was found among groups of implant using time of 1, 2, 3 and 4 years in aspect of the proportion that entered the age-appropriate normal P1 latency range ( $P = 1.00$ ).

**Conclusions** Compared with implanted after the age of 42-month-old children with prelingual hearing impairment younger than 5 years old, the ones implanted before 42-month-old have more chance for normal development for central auditory system. Once implanted before 42-month-old, the cortical auditory system restored its normal development as early as 1 year after implantation.

**【Key words】** Hearing Loss; Evoked potentials, auditory; Cochlear implantation; Child

**Fund program:** Scientific Research Foundation for the Returned Overseas Chinese Scholars of Ministry of Education of China ([2007] No. 24); Henan Health Science and Technology Major Projects ([2010] 103); Henan Medical Science and Technology Projects ([2013] 03049); The Capital Development of Health Research and Special Projects(2011-1017-01)

随着新生儿听力筛查的普遍开展,越来越多的重度或极重度聋患儿需要及时确诊并得到准确的治疗和干预,而各种听觉辅助设备如助听器、人工耳蜗、振动声桥、骨锚式助听器(bone anchored hearing aid, BAHA)等的不断出现与改进,使得听觉言语康复效果的评估越来越重要。近年来应用于儿童的听觉言语评估方法主要有儿童言语测听和问卷法,如听觉整合量表(meaningful auditory integration scale, MAIS)等<sup>[1]</sup>。众所周知,儿童言语测听的最大问题是其只适用于主动配合的、年龄较大的受试儿童,不适用于低龄儿童。此外,受试儿童的认知水平、词汇量、方言和语言等因素都会影响测试结果的准确性。问卷法需要检查者具备一定的技巧,即使这样也难以避免检查者之间的主观因素带来的差异。因此在儿童,特别是婴幼儿迫切需要建立一种无需受试者配合的客观测试方法,以满足日益增长的听觉康复效果评估的需要。

皮层听觉诱发电位(cortical auditory evoked potential, CAEP)是指大脑在对声音信号进行感觉、认知、记忆过程中产生的电位,其潜伏期为 50 ~ 500 ms。CAEP 分为外源性成分和内源性成分,P1-N1-P2 属于 CAEP 的外源性成分,它与听觉识别和感知密切相关<sup>[2]</sup>。儿童 CAEP 的 P1 波潜伏期随着年龄的增长逐渐缩短,直到 20 岁才达到成人水平<sup>[3]</sup>。因此,CAEP 有望成为评估听觉中枢重塑和发育水平的重要工具<sup>[3-5]</sup>。

本研究通过采集 110 例手术年龄在 5 岁以前的人工耳蜗植入先天性聋患儿 CAEP 的 P1-N1-P2 成分,分析其引出率和潜伏期等特点,探讨人工耳蜗植入儿童中枢听觉发育与植入年龄之间的关系。

## 资料与方法

### 一、研究对象

研究对象为 2011 年 5 月至 2012 年 12 月在首都医科大学附属北京同仁医院接受人工耳蜗植入手术及随访调试的 217 例患儿。排除标准为:(1)植入时年龄大于 5 岁者或者人工耳蜗使用时间超过 4 年(因为之前为本单位开展人工耳蜗工作初期,存在诊断流程不完善以及数据录入不完整的情况);(2)颞骨 CT 和内耳 MRI 显示内耳严重畸形,如 Michel 畸形者;(3)内耳 MRI 显示蜗神经发育不全或细小者;(4)头部 CT 或者 MRI 显示有中枢发育异常者;(5)术前听力学资料显示耳蜗功能存在者,如畸变产物耳声发射或耳蜗微音电位能够引出而 ABR 严重异常者;(6)因耳蜗畸形、骨化或其他原因导致植入电极数量不满意者。

最终入选患儿 110 例,其中男性 66 例,女性 44 例;测试时年龄 12 ~ 80 个月,中位年龄 46 个月;手术时年龄 6 ~ 59 个月,中位年龄 32 个月;人工耳蜗开机时间,最短为刚开机,最长为 46 个月,中位时间为 12 个月。受试患儿均为先天性聋,术前未使用过助听器;绝大多数都在进行听觉言语康复训练,每天至少 1 h。人工耳蜗植入装置包括澳大利亚 Neucleus 40 例,奥地利 Medel 36 例,美国 Advanced Bionics 16 例,国产诺尔康 18 例。

### 二、测试方法

1. 仪器设备及测试环境: CAEP 的记录采用 Hearlab 测试系统(Frye Electronics, 澳大利亚),测试地点为背景噪声小于 30 dB(A)的隔声室,扬声器在受试儿两侧相距 1 m 处,高度大致与双耳平齐。

2. 刺激声信号的录制与校准:应用系统自带的辅助皮层测试模式(aided cortical assessment, ACA)进行测试,刺激声为澳大利亚 NAL (National Acoustics Laboratory of Australia) 实验室所录制的 /m/、/t/和/g/,其主要频率分别为 200 ~ 500 Hz、800 ~ 1 600 Hz 和 2 000 ~ 8 000 Hz,持续时间分别为 30 ms、30 ms 和 20 ms,给声强度均为 65 dB SPL(受试患儿耳蜗麦克风处的声强)。

3. 测试步骤:记录电极置于颅顶,参考电极置于非术耳乳突侧,地极置于鼻根部,电极阻抗低于 3 kΩ。受试儿童佩戴好电极后,通过观看无声动画片来保持清醒、安静状态。CAEP 记录的开窗时间为 700 ms,包括刺激声前 100 ms 和刺激声后 600 ms,重复周期为 1 125 ms,叠加次数 2 次/s,伪迹拒绝范围为 -150 ~ +150 μV。刺激声强度为 65 dB SPL,记录 P1、N1 及 P2 波,每个波形重复记录两次加以确认。

受试儿正常配戴人工耳蜗体外装置,打开言语处理器,并使之处于日常使用程序。受试儿的开机或调试在首都医科大学附属同仁医院或者北京通州区人工耳蜗康复训练中心,由两名听力师配合完成,其中一名边观察受试儿状态边调试言语处理器程序,另一名负责控制受试儿状态。所有受试患儿在 CAEP 测试前均进行了听觉评估,如助听听阈、听觉发育量表等测试,以确保所使用程序和设置处于最佳状态。

### 三、统计学处理

使用 SPSS 17.0 统计学软件进行数据处理和分析。应用卡方检验分析不同刺激声 /m/、/t/、/g/ 之间的 P1、N1、P2 各波引出率的差异;秩和检验分析 /m/、/t/、/g/ 的 P1 潜伏期和幅度之间的差异;Fisher 检验(卡方检验)分析不同植入年龄组间以及不同使用时间组间进入正常 P1 潜伏期范围的百分比的差异。本研究与儿童生理年龄相当的 P1 波潜伏期的正常范围参考 Sharma 等<sup>[6]</sup>的研究(表 1)。P < 0.05 为差异具有统计学意义。

表 1 正常听力儿童不同生理年龄皮层听觉诱发电位 P1 波潜伏期的正常值范围<sup>[6]</sup>

年龄(月)	P1 波潜伏期 95% 置信区间(ms)
12	120 ~ 180
24	100 ~ 170
36	85 ~ 155
48	75 ~ 145
60	70 ~ 140

## 结果

### 一、P1、N1、P2 波的引出率

110 例受试儿中 73 例可记录到 CAEP 反应(图 1),共有 37 例患儿未记录到任何 CAEP 反应,分散于各个品牌的使用者中。在这 37 例未记录到反应者中,人工耳蜗使用时间 < 6 个月者 13 例(35.1%),而人工耳蜗使用时间 < 6 个月者共 38 例,未引出者占 34.2%(13/38)。

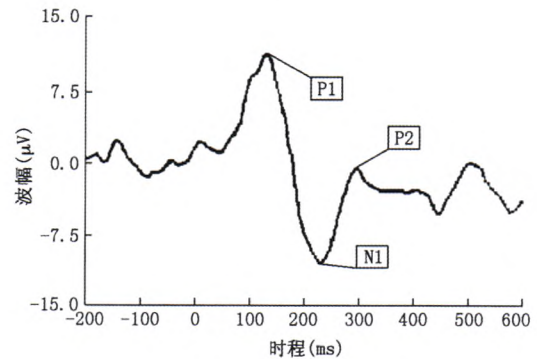


图 1 典型皮层听觉诱发电位(CAEP)波形 受试儿 5 岁(1 岁时植入人工耳蜗),刺激声为/m/,强度为 65 dB SPL

不同刺激声 P1、N1、P2 波的引出率如图 2 所示。P1 波的总体引出率为 66.4%(283/426),N1 波为 15.5%(66/426),P2 波为 12.7%(54/426)。P1 波的引出率显著高于 N1 波( $\chi^2 = 228.542, P = 0.00$ )和 P2 波( $\chi^2 = 257.438, P = 0.00$ ),差异具有统计学意义。三种刺激声(/m/、/t/、/g/)的 P1 波引出率分别为 64.1%(91/142)、66.9%(95/142)和 68.3%(97/142),三者之间差异无统计学意义( $\chi^2 = 0.589, P = 0.75$ )。

### 二、P1 波的潜伏期和幅值

三种刺激声 /m/、/t/、/g/ 对应的 P1 潜伏期(均

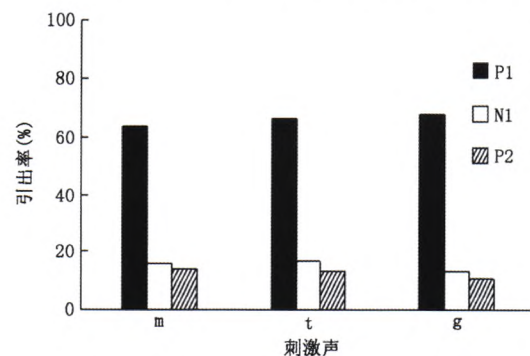


图 2 人工耳蜗植入患儿不同刺激声 V/m/、/t/、/g/ 的 P1、N1、P2 波引出率

值 ± 标准差,下同)分别为:(120 ± 28) ms、(118 ± 30) ms 和 (118 ± 29) ms; P1 波的幅值分别为(6.0 ± 4.2) μV、(5.7 ± 4.1) μV 和 (7.0 ± 4.3) μV。秩和检验结果显示,三种刺激声的 P1 潜伏期( $P=0.22$ )和幅值( $P=0.09$ )差异均无统计学意义。

### 三、人工耳蜗植入年龄对 P1 波潜伏期的影响

除去未引出反应病例后,共有 73 例患儿纳入数据分析,以植入年龄 42 个月(3.5 岁)为界,分为 ≤ 42 月龄组(64 例)和 > 42 月龄组(9 例)。二者进入与生理年龄相当的 P1 波潜伏期正常值范围的百分比分别为 95.3% (61/64) 及 66.7% (6/9), Fisher 检验显示二者差异具有统计学意义( $P=0.02$ )。

四、人工耳蜗使用时间对 P1 波潜伏期的影响在植入年龄 ≤ 42 月龄组中,按人工耳蜗使用时间进一步分为 1 年组(开机 12 个月以内)30 例、2 年组(13 ~ 24 个月)17 例、3 年组(25 ~ 36 个月)11 例和 4 年组(37 ~ 48 个月)6 例。各组进入与其生理年龄相当的 P1 波潜伏期正常值范围的百分比分别为 93.3% (28/30)、94.1% (16/17)、100% (11/11) 和 100% (6/6), Fisher 检验显示四者之间差异没有统计学意义( $P=1.00$ )。

## 讨 论

### 一、CAEP 各波的引出率

P1-N1-P2 属于 CAEP 的一种,在正常听力成人头皮正中记录到的 P1-N1-P2 波形由位于刺激后大约 50 ms 的正波 P1, 80 ~ 100 ms 的负波 N1 以及 180 ~ 200 ms 的正波 P2 组成<sup>[2]</sup>。P1-N1-P2 的产生部位目前还有争议,通常认为其来源于双侧颞叶上份的初级听觉皮层<sup>[7]</sup>。正常听力儿童的 P1-N1-P2 波主要是由大的正波 P1 组成<sup>[8]</sup>,其潜伏期略短于成人的 N1 波,其后约 180 ms 为一负波,早于成人的 P2 波。这些波的潜伏期随着年龄增长不断缩短,直至 18、19 岁时,才达到成人水平<sup>[9-10]</sup>。正常听力婴儿的 P1 波潜伏期大约为 300 ms,随后随着年龄的增长迅速下降,到 3 岁时缩短为 125 ms,此后下降速率渐缓,15 岁时达 95 ms,逐渐接近正常听力成人(60 ms)<sup>[6, 10-11]</sup>。由于 P1 波的潜伏期与年龄发育之间有着显著的相关趋势,故已成为听觉中枢发育的指标之一<sup>[4, 12-14]</sup>。

本研究的受试者为 110 例在 5 岁以前植入人工耳蜗、使用时间在 4 年以内的儿童,以刺激声/m/、/t/、/g/分别代表低、中、高频信号,记录和分析了其 P1-N1-P2 各波的引出率和潜伏期等指标。其中,P1

波的引出率显著高于 N1 和 P2 波,接近 70%。以往相关研究的受试者均至少开机半年以上<sup>[6]</sup>,但没有关于 P1-N1-P2 引出率的报道。本研究发现,开机时间并不是波形引出与否的关键因素,因为本研究中开机时间少于半年者有 38 例,引出反应波形者 25 例(65.8%),未引出者 13 例(34.2%),而在所有未引出波形的 37 例中,还另有 24 例开机时间超过半年。我们认为波形引出率的影响因素包括术前、术中及术后三个方面。在成人人工耳蜗植入者,听觉剥夺时间是波形引出与否的重要因素<sup>[15]</sup>,但本研究所有受试者均于 5 岁前植入耳蜗,与成人相比,听觉剥夺时间相对较短,因此暂不考虑该因素的影响。术前因素还有耳蜗畸形以及其他尚未明确的病因等。术中因素有电极植入的数量和状态,尽管本研究入选病例绝大多数电极都顺利植入,但电极植入后的细微状态差别可能会影响波形的引出。术后因素包括耳蜗装置使用状态、是否进行了必要的康复训练等。此外,由于不同耳蜗中心听力师调试经验和方法的差异,言语处理器参数设置的不同也会影响波形的记录。为避免这个问题,本组患儿在 CAEP 测试前需进行听觉评估,尽可能使人工耳蜗装置处于最佳工作状态。

### 二、P1 潜伏期及其影响因素

P1 波潜伏期反映了听觉通路上从周围到中枢的突触传导时间的总和<sup>[12]</sup>。P1 波的潜伏期和形态因听觉剥夺的年限而不同。动物和人的研究都表明听觉中枢在发育早期,存在着一个关键时期。也就是说,如果发生听觉剥夺,在这一关键时期重新获得听觉刺激(如人工耳蜗植入)后,听觉中枢的发育不受影响。而如果听觉剥夺的持续时间过长,超过这一时期,则听觉中枢的发育将会延迟甚至停滞<sup>[14]</sup>。先天性聋的猫、大鼠和小鼠等不同种类的动物实验均表明听觉系统确实存在这样一个关键时期,如果在这一时期植入人工耳蜗,会在听觉中枢功能方面产生很好的效果<sup>[16-19]</sup>。人类听觉研究的结果也是如此,先天性聋患儿在关键时期内植入人工耳蜗,其 P1 波潜伏期会进入同龄正常听力儿童的范围,最终可获得较好的听力言语水平<sup>[3, 20-21]</sup>。而如果听觉剥夺时间过长,即便植入人工耳蜗,P1 波的潜伏期仍会持续异常,最终植入效果也不理想。

为何先天性聋患儿在听觉剥夺达 3 ~ 4 年后植入人工耳蜗,其听觉中枢仍然获得了正常的发育?我们推测可能原因有二:第一,听觉中枢系统在听觉剥夺短于 3 ~ 4 年的情况下,即使没有声音信号的输

入,仍然能正常发育,因为此时该部位没有或只有很少的退化性变。Huttenlocher 和 Dabholkar<sup>[22]</sup>关于正常听力者出生后听觉皮层突触密度的研究为这一假说提供了依据,突触形成开始于胎儿期,持续至 4 岁,4 岁以后听觉通路主要通过去除无用突触开始进一步精细发育,而且最重要的是突触形成是自身调节的,很大程度上并不依赖于听觉经验。因此推测儿童早期的听觉通路的发育在一定程度上并不依赖于声音的刺激。第二,与前一假说相反,在 3~4 岁前听觉刺激能够改变听觉通路的发育,但此时听觉中枢在这一时期具有很强的可塑性,以致声音信号的重新刺激能够克服听觉剥夺所造成的影响。这一假说首先在视觉的发育中得到证实, Maurer 等<sup>[23]</sup>发现白内障儿童在手术后短短的 1 h 内视觉就有显著的提高,与同龄儿童相比,其视觉发育的速度明显加快。后来研究发现,听觉发育也存在着类似的现象。Sharma 等<sup>[24]</sup>报道早期植入人工耳蜗的先天性聋患儿,其 P1 波的形态在植入后的 6~8 个月会发生迅速改变,其潜伏期迅速下降,这一下降率显著高于正常听力对照组,最后可进入与生理年龄相当的正常范围。

由于听觉中枢的发育存在着关键时期,因此对于先天性聋儿童,就存在人工耳蜗最佳植入年龄的问题。通常的观点认为,植入年龄越早越好,但是关键的年龄节点是多少,目前还不十分明确。Sharma 等<sup>[6]</sup>报道,人工耳蜗植入半年后,早植入组(早于 3.5 岁,即 42 月龄)进入年龄相当的 P1 波潜伏期正常范围的百分比显著高于晚植入组(晚于 7 岁,即 84 月龄)和中植入组(3.6~6.5 岁,即 43~78 月龄);中植入组(3.6~6.5 岁)P1 波潜伏期分布范围较广,有 2/3 的受试者 P1 波潜伏期落在正常范围之外,1/3 在正常范围之内。本研究比较了 5 岁以内先天性聋儿童 42 月龄前后植入的差异,结果显示在二者在进入年龄相当的 P1 波潜伏期正常范围的百分比存在差异( $P=0.02$ ),42 月龄前植入人工耳蜗的儿童显著高于 42 月龄之后植入者。因此,先天性聋患儿在 42 月龄前植入人工耳蜗,听觉中枢有更大的几率达到正常发育水平。该结果与 Sharma 等<sup>[6]</sup>的报道一致,进一步验证了植入人工耳蜗的最佳年龄确实是在 42 月龄以前。

为了探讨人工耳蜗使用时间对于先天性聋儿童听觉中枢的影响,本研究进一步将 42 月龄前植入的患儿按照使用时间分为 1 年组、2 年组、3 年组和 4 年组,各组进入与生理年龄相当的 P1 波潜伏期正

常值范围的百分比分别为 93.3%、94.1%、100% 和 100%,组间差异无统计学意义。这一结果并没有像预想的那样,随着使用时间的增加,进入年龄相当正常范围的百分比逐渐增加,而是在人工耳蜗开机后的第一年内,P1 潜伏期就快速缩短而进入正常范围,并且此后一直保持在正常范围内。该结果说明在 42 月龄前听觉中枢存在非常大的可塑性,先天性聋儿童 42 月龄前一经植入人工耳蜗重新获得声音刺激,听觉剥夺所带来的不利影响迅速被消除,听觉中枢的发育在开机 1 年后立即进入正常水平。

由于近年来家长对儿童听力保护意识的提高,绝大多数先天性聋儿童在 1~2 岁时植入人工耳蜗,3 岁以后植入的病例已经比较少见。本研究因病例数的限制,只能粗略地根据植入年龄以 42 月龄为界分为两组,然后再分别按使用时间分组。今后还需要增加样本量,通过 CAEP 进一步细化植入年龄与人工耳蜗植入效果之间的关系,以期获得更精确的语前聋儿童植入最佳年龄。

#### 参 考 文 献

- [1] 陈雪清,王靓,孟黎晖,等. 婴幼儿人工耳蜗植入术后听觉能力的发育[J]. 临床耳鼻咽喉科杂志, 2005, 19(10): 442-445. DOI: 10.3969/j.issn.1001-1781.2005.10.004. Chen XQ, Wang L, Meng LH, et al. The development of auditory capability for infants after cochlear implantation [J]. J Clin Otorhinolaryngol (China), 2005, 19(10): 442-445. DOI: 10.3969/j.issn.1001-1781.2005.10.004.
- [2] Stapells DR. Cortical event-related potentials to auditory stimuli// Katz J. Handbook of clinical audiology [M]. Baltimore: Lippincott, Williams and Wilkins, 2002: 378-406.
- [3] Sharma A, Dorman MF, Spahr AJ. Rapid development of cortical auditory evoked potentials after early cochlear implantation [J]. Neuroreport, 2002, 13(10): 1365-1368.
- [4] Ponton CW, Eggermont JJ, Kwong B, et al. Maturation of human central auditory system activity: evidence from multi-channel evoked potentials [J]. Clin Neurophysiol, 2000, 111(2): 220-236.
- [5] Sharma A, Tobey E, Dorman M, et al. Central auditory maturation and babbling development in infants with cochlear implants [J]. Arch Otolaryngol Head Neck Surg, 2004, 130(5): 511-516. DOI: 10.1001/archotol.130.5.511.
- [6] Sharma A, Dorman MF, Spahr AJ. A sensitive period for the development of the central auditory system in children with cochlear implants: implications for age of implantation [J]. Ear Hear, 2002, 23(6): 532-539. DOI: 10.1097/01.AUD.0000042223.62381.01.
- [7] Vaughan HG Jr, Ritter W. The sources of auditory evoked responses recorded from the human scalp [J]. Electroencephalogr Clin Neurophysiol, 1970, 28(4): 360-367.
- [8] Singh S, Liasis A, Rajput K, et al. Event-related potentials in pediatric cochlear implant patients [J]. Ear Hear, 2004, 25(6): 598-610.
- [9] Wunderlich JL, Cone-Wesson BK. Maturation of CAEP in infants and children: a review [J]. Hear Res, 2006, 212(1-2): 212-223. DOI: 10.1016/j.heares.2005.11.008.



- [10] Sharma A, Kraus N, McGee TJ, et al. Developmental changes in P1 and N1 central auditory responses elicited by consonant-vowel syllables[J]. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*, 1997, 104(6):540-545.
- [11] Ceponiene R, Rinne T, Näätänen R. Maturation of cortical sound processing as indexed by event-related potentials [J]. *Clin Neurophysiol*, 2002, 113(6):870-882.
- [12] Eggermont JJ, Ponton CW, Don M, et al. Maturation of cortical evoked potentials in cochlear implant users [J]. *Acta Otolaryngol*, 1997, 117(2):161-163.
- [13] Ponton CW, Don M, Eggermont JJ, et al. Auditory system plasticity in children after long periods of complete deafness[J]. *Neuroreport*, 1996, 8(1):61-65.
- [14] Ponton CW, Don M, Eggermont JJ, et al. Maturation of human cortical auditory function: differences between normal-hearing children and children with cochlear implants [J]. *Ear Hear*, 1996, 17(5):430-437.
- [15] 阚颀, 刘辉, 傅新星, 等. 听觉皮层诱发电位对语后聋人工耳蜗植入效果的评估[J]. *临床耳鼻咽喉头颈外科杂志*, 2013, 27(19):1068-1072. DOI: 10.13201/j.issn.1001-1781.2013.19.013.
- Kan C, Liu H, Fu XX, et al. Cochlear implant performance evaluation with cortical auditory evoked potential in a group of post-lingually deaf adults[J]. *J Clin Otorhinolaryngol Head Neck Surg(China)*, 2013, 27(19):1068-1072. DOI: 10.13201/j.issn.1001-1781.2013.19.013.
- [16] Hsu WC, Campos-Torres A, Portier F, et al. Cochlear electrical stimulation: influence of age of implantation on Fos immunocytochemical reactions in inferior colliculi and dorsal cochlear nuclei of the rat[J]. *J Comp Neurol*, 2001, 438(2):226-238.
- [17] Klinke R, Hartmann R, Heid S, et al. Plastic changes in the auditory cortex of congenitally deaf cats following cochlear implantation[J]. *Audiol Neurootol*, 2001, 6(4):203-206.
- [18] Kral A, Hartmann R, Tillein J, et al. Congenital auditory deprivation reduces synaptic activity within the auditory cortex in a layer-specific manner [J]. *Cereb Cortex*, 2000, 10(7):714-726.
- [19] Kral A, Hartmann R, Tillein J, et al. Hearing after congenital deafness: central auditory plasticity and sensory deprivation[J]. *Cereb Cortex*, 2002, 12(8):797-807.
- [20] Dorman MF, Sharma A, Gilley P, et al. Central auditory development: evidence from CAEP measurements in children fit with cochlear implants[J]. *J Commun Disord*, 2007, 40(4):284-294. DOI: 10.1016/j.jcomdis.2007.03.007.
- [21] Sharma A, Dorman MF, Spahr AJ. A sensitive period for the development of the central auditory system in children with cochlear implants: implications for age of implantation[J]. *Ear Hear*, 2002, 23(6):532-539. DOI: 10.1097/01.AUD.0000042223.62381.01.
- [22] Huttenlocher PR, Dabholkar AS. Regional differences in synaptogenesis in human cerebral cortex [J]. *J Comp Neurol*, 1997, 387(2):167-178.
- [23] Maurer D, Lewis TL, Brent HP, et al. Rapid improvement in the acuity of infants after visual input [J]. *Science*, 1999, 286(5437):108-110.
- [24] Sharma A, Dorman M, Spahr A, et al. Early cochlear implantation in children allows normal development of central auditory pathways[J]. *Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl*, 2002, 189:38-41.

(收稿日期:2016-02-17)

(本文编辑:金昕)

## 编辑导读

本期没有重点号。《先天性聋人工耳蜗植入儿童皮层听觉诱发电位的研究》通过记录分析 110 例先天性聋人工耳蜗植入儿童皮层听觉诱发电位,证实先天性聋患儿 42 月龄前植入人工耳蜗,其听觉中枢更有可能实现正常发育,而且一经植入使用人工耳蜗,听觉中枢即可迅速发育达到正常听力的水平。《不同听力损失类型青年人言语声诱发听性脑干反应与最大言语识别率关系的探讨》发现不同听力损失类型青年人的言语声诱发听性脑干反应与最大言语识别率之间有着稳定、密切的相关关系,言语声诱发听性脑干反应有望成为辅助评估言语识别功能的电生理方法。《重复滚转试验对水平半规管管石症定位的必要性探讨》对 51 例水平半规管管石症患者进行了 2 个循环的滚转试验测试,总结分析后建议可疑水平半规管管石症的患者在进行滚转试验时至少行 2 个循环重复测试,并主要以第 2 个循环判定责任半规管。《慢性侵袭性真菌性鼻-鼻窦炎临床分析》回顾性分析了 7 例慢性侵袭性真菌性鼻-鼻窦炎患者的临床资料,认为该病多发生于免疫功能正常患者,单窦发病为主,上颌窦最多见,病程缓慢进展,多以周围组织结构受侵犯症状为主,曲霉菌多见;临床表现及早期鼻窦 CT 缺乏特异性,晚期鼻窦 CT 可见骨质破坏;治疗以手术联合足量足程抗真菌药物为主。《组织嗜酸粒细胞增多对于慢性鼻-鼻窦炎伴鼻息肉复发的预测价值研究》分析了 248 例慢性鼻-鼻窦炎患者临床指标与鼻息肉复发的相关性,发现鼻息肉组织嗜酸粒细胞增多对于鼻息肉术后复发具有预测价值,组织嗜酸粒细胞百分比 >27%,可作为预测鼻息肉术后复发的标准。《内镜下球囊扩张治疗儿童声门下狭窄》回顾性分析了 9 例儿童声门下狭窄患者的临床资料,发现对于程度较轻的声门下狭窄,内镜下球囊扩张是一种相对安全有效和微创的手术方法。《原发性甲状旁腺功能亢进症合并甲状腺癌病例分析》总结分析了 27 例原发性甲状旁腺功能亢进合并分化型甲状腺癌患者的诊疗结果及其影响因素,研究表明原发性甲状旁腺功能亢进症合并甲状腺癌患者一期手术可降低术后长期性甲状旁腺功能低下风险,甲状腺癌患者术前应尽可能检查血钙和甲状旁腺激素。继续教育园地《腭咽部手术治疗阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征疗效的预测》对体检类(BMI 和扁桃体大小)、睡眠监测类(呼吸暂停低通气指数和血氧类指标)、影像学和其他检查类(评估阻塞平面)参数分别进行阐述,最后介绍了建立于多项因子基础上的预测系统,供临床医生决策时参考。