

人工耳蜗植入的双耳聆听研究进展

彭 璐(综述), 梁建平(审校)

作者单位: 530021 南宁, 广西壮族自治区人民医院耳鼻咽喉-头颈外科

作者简介: 彭 璐(1983-), 女, 医学硕士, 主治医师, 研究方向: 耳科学基础及临床研究。E-mail: pl7112@sina.cn

通讯作者: 梁建平(1957-), 男, 大学本科, 主任医师, 研究方向: 耳鼻咽喉科学基础及临床研究。E-mail: liangjps@126.com

[摘要] 随着医学技术的发展、耳蜗技术的日益成熟及人工耳蜗植入标准的逐渐放宽, 已使越来越多双侧极重度聋患儿能与人进行正常口语交流。人工耳蜗植入后的双侧干预模式有一侧人工耳蜗加对侧助听器及双侧人工耳蜗模式, 该文在回顾近年文献的基础上, 对双耳聆听的生理物理基础、耳蜗植入患者双耳聆听的模式选择及现有模式中双耳聆听存在的技术问题等方面作一综述。

[关键词] 人工耳蜗植入; 双侧耳蜗植入; 双模刺激

[中图分类号] R 764.5 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1674-3806(2016)06-0547-04

doi:10.3969/j.issn.1674-3806.2016.06.28

Research progress on bimodal stimulation of cochlear implantation PENG Lu, LIANG Jian-ping. Department of Otolaryngology-Head and Neck Surgery, the People's Hospital of Guangxi Zhuang Autonomous Region, Nanning 530021, China

[Abstract] With the development of cochlear implant and the wider diagnostic criteria of cochlear implantation, more and more patients with severe hearing loss in both ears receive surgery and can talk to other people in their daily life. Binaural devices are used to perform cochlear implantation, including binaural cochlear implant, monaural cochlear implant and contralateral hearing aid. In this paper, the basic psychophysical knowledge of binaural hearing, the choice of bimodal stimulation, and shortage in the technique of binaural stimulation are reviewed.

[Key words] Cochlear implantation(CI); Binaural cochlear implant; Bimodal stimulation

人工耳蜗植入技术在我国已经应用二三十年, 随着耳蜗植入技术的逐渐成熟, 已使越来越多双侧极重度聋患儿能与他人进行正常口语交流。由于植入单个耳蜗已能满足基本的交流需求及弥补人们认识的不足, 在我国大部分双侧极重度聋患者植入单侧耳蜗后, 对非植入耳采取放任的态度。这种只使用单耳植入耳蜗的模式失去了双耳听声的能力, 在日常交流中仍有许多不足。本文在回顾近年文献的基础上, 对双耳聆听的生理物理基础、耳蜗植入患者双耳聆听的模式选择及现有模式中双耳聆听存在的技术问题等方面作一综述。

1 双耳聆听的生物物理基础

在日常生活中, 人们常常在嘈杂的环境中交谈或者多人一起交谈, 这就需要聆听者有很好的声源定位及辨别能力。双耳聆听作为听觉系统的基本功能, 在声源定位及辨别上明显好于单耳听声。这主要得益于双耳聆听时会出现的双耳总和效应、头影效应及双耳静噪效应^[1]。给予阈上纯音时, 要使单

耳能感知到与双耳同样大小的响度, 单耳所需的声强要比双耳所需的声强度高 6~10 dB, 这就是双耳总和效应。同样给声强度双耳聆听时就比单耳感受到更大响声, 从而聆听者也有更多精力去辨别同一方位来源的信号与噪声的细微差别。当信号与噪声来自不同方位时, 头影效应就开始发挥作用。由于头部的阻挡, 波长小于头围的声波在传到两耳时会产生不同的信噪比, 最终有利于我们定位声音来源^[2]。波长 < 头围的高频声音(>1 500 Hz)会在两耳产生不一样的强度(耳间强度差), 波长 > 头围的低频声音(<1 500 Hz)传到两耳会有不同的时间(耳间时间差)^[3]。中枢听觉系统通过分析耳间强度差及时间差, 不仅使双耳聆听者在噪声中的言语识别阈比单耳聆听者改善 3 dB^[4], 而且能更好地定位声音来源^[3]。对于单侧耳蜗植入患者, 可以通过在非植入耳佩戴助听器或者植入人工耳蜗来达到双耳聆听的效果。随着耳蜗植入标准逐渐放宽, 越来越多仍有残余听力的患者也接受了人工耳蜗手术, 而且这类

患者的数量有快速增长的趋势。如果只使用单侧耳蜗植入的模式,有残余听力的非植入耳,就会因为长期听力不平衡,而产生言语识别率下降,即所谓的迟发性听力剥夺^[3]。所以对于非植入耳如果仍有残余听力,可在该耳佩戴助听器形成双模刺激(bimodal stimulation)^[5];而如果非植入耳没有残余听力,或者行双模刺激较单侧植入耳刺激无明显优势,建议行双侧人工耳蜗植入^[6]。

2 耳蜗植入患者双耳聆听的模式选择

大量研究表明,无论是双模刺激还是双侧人工耳蜗植入患者在言语察觉上均明显优于单侧人工耳蜗植入或者单侧佩戴助听器患者。Heo等^[7]对14例双模刺激患者分别行主观及客观检查后,得出无论是主观评分还是客观检查结果,双模刺激下患者的声源定位及言语识别能力均高于单侧耳蜗植入的结论。在对比了正常听力者和语前聋的耳蜗植入双模刺激患者对声调的变化识别后,Luo等^[8]认为单纯依靠人工耳蜗无法使植入者感知到言语语气变化,但是通过对侧耳助听器的辅助可以达到与正常人相似的语气感知能力。Chadha等^[9]在比较双侧耳蜗同时植入与分期植入差别时,发现虽然两组患者在噪声中言语识别能力均弱于正常听力者,但是两组在噪声中的言语识别均好于使用单侧耳蜗时。虽然学者们普遍认同双耳聆听模式(双侧植入人工耳蜗或者一侧植入人工耳蜗,另一侧佩戴助听器)的听声效果明显好于单侧耳蜗植入模式,但是双侧耳蜗植入模式与双模刺激模式两者听声效果的优劣,目前并没有统一定论。对7例双模刺激及7例双侧耳蜗植入患者在声场中噪声环境下的言语识别阈进行评估后,Kokkinakis等^[1]认为双模刺激者及双侧耳蜗植入者都能从头影效应及双侧总和效应中得到优势,但是双侧静噪效应只有双模刺激患者才有明显展现。但是Litovsky等^[10]却得出了不同的结论,他认为双耳蜗植入比双模刺激在声源定位上更具有优势。鉴于此,两种双耳聆听模式的选择标准尚未出台。因为儿童学习玩耍的环境并非绝对安静,而且他们在所处环境中时常需要注意及区分不同声音的来源。在嘈杂、混响或远距离的环境中,例如教室里,单侧耳蜗植入患儿听课及学习就会显得吃力。因此,对于双侧极重度聋儿童,多数学者认为应该双侧植入人工耳蜗^[9,11]。而且双侧耳蜗植入时间上建议同时进行或两次手术间隔期不应超过1.5年^[12]。因为单侧耳蜗植入患儿听觉脑干的发育多数在1年内完成^[13],如果双侧耳蜗植入的时间间隔

不超过1年,短期内单耳听声形成的听觉脑干发育尚未健全,双侧聆听的优势在二次植入术后6个月就会体现;但如果双侧耳蜗植入的时间间隔超过2年,先植入耳形成的听觉皮层发育已经完成,二次植入后两边的听觉通路及听觉皮层发育不同步,即使二次植入术后经过较长时间(36个月)听功能仍然会有不对称现象^[14]。而对于非植入耳有残余听力的患者,尤其是成年人,应该选择佩戴助听器还是耳蜗植入,相关标准尚未出台,相关研究也并不多见。Yoon等^[15]比较了12例双侧人工耳蜗植入者与13例双模刺激者,双模刺激者又依据250~1 000 Hz的助听后平均听阈分为助听后听力较好组($PTA < 55$ dB HL)与助听后听力较差组($PTA \geq 55$ dB HL),分别在安静环境、信噪比为5 dB的噪声环境及信噪比为10 dB的噪声环境下,比较三组之间的元音、辅音及句子的辨识度。发现助听后听力较好双模刺激组与双耳蜗植入组在元音及句子的辨别上未见明显差别,但是助听后听力较差双模刺激组在元音、辅音及句子辨识上明显差于双侧耳蜗植入组。从而提出为了让单侧耳蜗植入患者的双耳聆听效果最大化,1 Kz及以下频段的平均听阈应该作为选择非植入耳是行二次耳蜗植入还是配戴助听器的衡量标准之一。据Gifford等^[16]统计,过去5年在他们诊所接受耳蜗植入的大多数患者250 Hz的残余听力 ≤ 85 dB HL。由此提示在单侧耳蜗植入患者中还是有相当数量的人是可以通过在非植入耳佩戴助听器受益的。而且就我国现状,能同时植入耳蜗的患者,尤其是成人数不多。即便是选择双侧耳蜗植入的儿童,两次植入间期在非植入耳佩戴助听器,不仅能预防非植入耳发生迟发性听力剥夺,而且助听后再植入耳蜗比未助听植入耳蜗能表现出更好的音乐感知能力,尤其是具有良好的节奏感^[17]。成人助听后植入耳蜗同样比发生听力剥夺后植入耳蜗展现出更好的言语识别率^[18]。对选择双模刺激的患者,在助听器的选择及调试上又该如何保证使用效果的最大化,这是值得研究的问题。在非植入耳助听器频宽的选择上,只有佩戴涵盖残余听力全频带的助听器,其在噪声及安静环境下的言语识别能力才得以提高,其双模才能发挥作用^[19]。而且在非植入耳的助听器使用移频技术是没有明显效果的^[20,21]。另外,常规接受双模刺激的患者助听器对人工耳蜗起到辅助作用,所以临床工作中多是注重了人工耳蜗的精细调节,而助听器的调节合适与否往往被忽略。Yehudai等^[22]在研究双模刺激的功能状态时发现募集者的

助听器约有 80% 的频段助听后听力达不到言语香蕉图内,而经过调试后约 39% 的频段助听后听力是能进入言语香蕉图内的。而且现在调试人工耳蜗的目标增益计算公式多数仍选用 NAL-NL1,因为 NAL-NL1 最初是用来计算单侧或者双侧助听器的目标增益,其是否适用于耳蜗植入与助听器结合的双模刺激模式,尚待进一步商榷。

3 现有模式中双耳聆听存在的技术问题

虽然耳蜗植入患者的双耳聆听模式优于单耳聆听模式,但是耳蜗植入患者的双耳聆听效果与正常听力者相比仍有一定差距^[9,23],这主要是现有装置在技术上的不足限制了耳蜗植入患者的双侧聆听效果。众所周知,声波在耳蜗中的传播以 Bekesy 的行波学说为理论基础的,即耳蜗的工作沿基底膜纵向存在特定的频率-部位关系。蜗底对高频声音进行编码,蜗顶对低频声音进行编码。而耳蜗植入时也按照行波学说,存在特定的频率-电极排列,即低频音转换后的脉冲信号会刺激靠近蜗顶的电极,高频声音转换后的脉冲信号会刺激蜗底电极。但是临床上电极插入深度常常是按照默认设置,并没有考虑到不同个体耳蜗基底膜长度的差异或者说电极插入并没有完全对应到个体的频率-部位排列。这就导致双侧耳蜗植入或者双模刺激时,同一声音引起耳蜗反应的部位并不完全相同。尽管现在不是很明确两耳反应部位不匹配是否会对言语察觉造成影响,但是大量的不匹配肯定会对双耳听声的察觉有影响。另外,声音经过人工耳蜗或者助听器时会被进行预处理。助听器通过压缩、自动增益控制及降噪等处理后将声音传到中耳,声波引起相应部位的耳蜗基底膜振动,使听神经产生神经冲动传导到听觉皮层产生听觉。人工耳蜗则是将声音经滤波处理,消减掉低于 1.2 KHz 的频率成分(主要减少元音及辅音的竞争),处理后的信号再由滤波器分为若干个通道,每一通道提取包络后经压缩转换为脉冲信号刺激相应电极,从而刺激听神经产生听觉^[5]。在不同的装置进行预处理的时间不同,就产生不同的程序延时。例如在双模刺激时,声音同时到达两耳会有数十毫秒的程序延时差异^[5]。虽然这数十毫秒的耳间差异,不会对言语识别造成影响^[24],但是人类可以自我调整一耳恒定的时间位移大约 684 μs ,两种刺激方式造成的程序差异远远大于自我能调整的时间差,所以声音经两种装置处理后本身就会在两耳形成时间差。而且不同装置对声音预处理的方式不同,使声音到耳蜗植入双耳聆听患者两耳产生

的时间差及强度差与正常听力者也是有差别的。双模刺激模式经过助听器压缩后的声音会使两耳的强度差降低或者失真,助听器降噪功能的开启会使声音到两耳的时间差失真^[25]。由于耳蜗预处理时消减了低频声音而且将声音分为若干通道处理,双耳蜗植入模式就不会产生双耳时间差而且患者对频谱的敏感度也下降了。所以在耳蜗植入患者现有的双耳聆听模式中,两耳感受到的时间差及强度差与正常听力者总是不同的。耳间时间差及耳间强度差对声源定位及噪声中言语理解又起着重要作用^[26],这就使耳蜗植入患者双耳聆听的效果大打折扣。

4 结语

综上所述,尽管耳蜗植入患者的双耳聆听,无论在噪声中言语察觉,声源定位及旋律、音调识别上均明显好于单侧人工耳蜗植入。但是由于临床认识不足、使用不同模式的标准尚未统一以及现有的装置技术上的欠缺,耳蜗植入患者的双耳聆听效果与正常听力者仍有一定的差距,希望能有更多研究来解决这些技术上及临床应用上的问题,使双模刺激患者真正感受到双耳聆听的美妙。

参考文献

- Kokkinakis K, Pak N. Binaural advantages in users of bimodal and bilateral cochlear implant devices[J]. J Acoust Soc Am, 2014, 135(1):EL47-53.
- 黄秋红, 郑亿庆. 助听器与人工耳蜗的联合使用[J]. 听力学及言语疾病杂志, 2007, 15(5):397-399.
- Firszt JB, Reeder RM, Skinner MW. Restoring hearing symmetry with two cochlear implants or one cochlear implant and a contralateral hearing aid[J]. J Rehabil Res Dev, 2008, 45(5):749-767.
- Levitt H, Rabiner LR. Binaural release from masking for speech and gain in intelligibility[J]. J Acoust Soc Am, 1967, 42(3):601-608.
- Francart T, McDermott HJ. Psychophysics, fitting, and signal processing for combined hearing aid and cochlear implant stimulation[J]. Ear Hear, 2013, 34(6):685-700.
- Cadieux JH, Firszt JB, Reeder RM. Cochlear implantation in nontraditional candidates: preliminary results in adolescents with asymmetric hearing loss[J]. Oto Neurotol, 2013, 34(3):408-415.
- Heo JH, Lee JH, Lee WS. Bimodal benefits on objective and subjective outcomes for adult cochlear implant users[J]. Korean J Audiol, 2013, 17(2):65-73.
- Luo X, Chang YP, Lin CY, et al. Contribution of bimodal hearing to lexical tone normalization in Mandarin-speaking cochlear implant users[J]. Hear Res, 2014, 312:1-8.
- Chadha NK, Papsin BC, Jiawani S, et al. Speech detection in noise and spatial unmasking in children with simultaneous versus sequential bilateral cochlear implants[J]. Otol Neurotol, 2011, 32(7):1057-1064.

10 Litovsky RY, Johnstone SG, Agrawal S, et al. Bilateral cochlear implants in children: localization acuity measured with minimum audible angle[J]. *Ear Hear*,2006,27(1):43-59.

11 Salloum CA, Valero J, Wong DD, et al. Lateralization of interimplant timing and level differences in children who use bilateral cochlear implants[J]. *Ear Hear*,2010,31(4):441-456.

12 Grothe B, Pecka M, McAlpine D. Mechanisms of sound localization in mammals[J]. *Physiol Rev*, 2010,90(3):983-1012.

13 Gordon KA, Papsin BC, Harrison RV. An evoked potential study of the developmental time course of the auditory nerve and brainstem in children using cochlear implants[J]. *Audiol Neurotol*,2006,11(1):7-23.

14 Gordon KA, Papsin BC. Benefits of short interimplant delays in children receiving bilateral cochlear implants[J]. *Otol Neurotol*, 2009,30(3):319-331.

15 Yoon YS, Shin YR, Fu QJ. Clinical selection criteria for a second cochlear implant for bimodal listeners[J]. *Otol Neurotol*,2012,33(7):1161-1168.

16 Gifford RH, Dorman MF, Shallop JK, et al. Evidence for the expansion of adult cochlear implant candidacy[J]. *Ear Hear*,2010,31(2):186-194.

17 Hopyan T, Peretz I, Chan LP, et al. Children using cochlear implants capitalize on acoustical hearing for music perception[J]. *Front Psychol*,2012, 22(3):425.

18 Boisvert I, Lyxell B, Maki-Torkko E,et al. Choice of ear for cochlear implantation in adults with monaural sound-deprivation and unilateral hearing aid[J]. *Otol Neurotol*,2012,33(4):572-579.

19 Neuman AC,Svirsky MA. Effect of hearing aid bandwidth on speech recognition performance of listeners using a cochlear implant and contralateral hearing aid (bimodal hearing)[J]. *Ear Hear*, 2013, 34(5):553-561.

20 Perreau AE, Bentler RA, Tyler RS. The contribution of a frequency-compression hearing aid to contralateral cochlear implant performance[J]. *J Am Acad Audiol*,2013,24(2):105-120.

21 Hua H, Johansson B, Jönsson R, et al. Cochlear implant combined with a linear frequency transposing hearing aid[J]. *J Am Acad Audiol*,2012,23(9):722-732.

22 Yehudai N, Shpak T, Most T, et al. Functional status of hearing aids in bilateral-bimodal users[J]. *Otol Neurotol*,2013,34(4):675-681.

23 Gordon KA, Jiwni S, Papsin BC. Benefits and detriments of unilateral cochlear implant use on bilateral auditory development in children who are deaf[J]. *Front Psychol*,2013,16(4):719.

24 Stone MA, Moore BC. Tolerable hearing aid delays. III. Effects on speech production and perception of across-frequency variation in delay[J]. *Ear Hear*,2003,24(2):175-183.

25 Keidser G, Rohrseitz K, Dillon H, et al. The effect of multichannel wide dynamic range compression, noise reduction, and the directional microphone on horizontal localization performance in hearing aid wearers[J]. *Int J Audiol*,2006,45(10):563-579.

26 Akeroyd MA. The psychoacoustics of binaural hearing[J]. *Int J Audiol*,2006,45 (Suppl 1):S25-S33.

[收稿日期 2015-10-08][本文编辑 谭毅韦颖]

新进展综述

手足口病流行病学及防治的研究概况

马安翔(综述), 韦琪平(审校)

作者单位: 530500 广西,上林县疾病预防控制中心办公室
作者简介: 马安翔(1972-),男,大学本科,医学学士,主管医师,研究方向:传染病防控。E-mail:slcdc3218@163.com

【摘要】 手足口病多发生于学龄前儿童,尤以3岁以下年龄组发病率最高,为常见多发病,无特异性的治疗方法。该病每隔2~3年流行一次,有少数发展为重症病例,危及患儿生命,严重影响儿童的身心健康。随着儿童人口数量的增加,制定有效的手足口病防治措施和防治体系尤为重要。该文主要就手足口病流行病学及防治研究概况进行综述。

【关键词】 手足口病; 流行病学; 防治措施

【中图分类号】 R 512.5 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1674-3806(2016)06-0550-05
doi:10.3969/j.issn.1674-3806.2016.06.29

Research progress on epidemiology, prevention and treatment of hand-foot-mouth disease MA An-xiang, WEI Qi-ping. Shanglin Center for Disease Control and Prevention, Guangxi 530500, China

【Abstract】 Hand-foot-mouth disease mostly develops in preschool children, with the highest incidence of re-