

doi: 10.3969/j.issn.1672-4933.2025.01.017

人工耳蜗适配无线调频系统的调查 结果分析

An Analysis of Investigation Results of Cochlear Implant Coupled with Frequency Modulated System

何燕玲¹ 钟志茹² 顾淡娟³ 黄诗伟⁴ 余泽锋² 吕鸿¹

HE Yan-ling, ZHONG Zhi-ru, GU Dan-juan, HUANG Shi-wei, YU Ze-feng, LV Hong

【摘要】目的 调查研究广东省17个基层康复机构187例在训听障儿童配戴人工耳蜗(CI)适配Roger络+无线调频系统(frequency modulated system, FM)的使用效果,为指导听障儿童使用CI+FM模式助听提供参考。**方法** 采用问卷调查比较分析3~6岁听障儿童配戴CI和CI+FM两种助听模式在不同场景下的聆听情况。**结果** CI和CI+FM两种模式在4种聆听环境下的得分由高到低依次为安静环境、仅听觉、噪声环境、远距离,安静环境得分明显高于其它3种环境,而CI+FM模式得分亦明显高于CI模式($P<0.01$);5种听觉能力得分从高到低依次为察知、声源定位、专注力、理解、辨别,其中察知得分明显高于其它项,而CI+FM模式得分亦高于CI模式($P<0.01$)。**结论** 听障儿童使用CI+FM模式助听能有效提高听觉能力聆听效果。

【关键词】 听障儿童;人工耳蜗;无线调频系统

【中图分类号】 R494

【文献标识码】 A

【文章编号】 1672-4933(2025)01-0071-04

【Abstract】 Objective To investigate and study the effect of 187 hearing-impaired children with cochlear implant (hereinafter referred to as CI) coupled with Roger + FM (hereinafter referred to as FM) in 17 grassroots rehabilitation institutions in Guangdong Province, so as to provide reference for guiding hearing-impaired children to use CI+FM mode to assist hearing. **Method** A questionnaire survey was used to compare and analyze the auditory response of hearing-impaired children aged 3-6 wearing CI and CI + FM in different scenes. **Results** In CI and CI + FM modes, the scores in the four listening environments are from high to low as quiet environment - By hearing only- noisy environment - far distance. The scores of quiet environment are significantly higher than those of the other three environments, and the scores of CI+FM mode are also significantly higher than CI mode ($P<0.01$). The scores of the five auditory abilities are auditory perception, sound source location, ability to listen attentively, auditory comprehension and auditory recognition from high to low. Among them, The scores of auditory perception are significantly higher than the other auditory abilities, and the scores of CI + FM mode are also higher than CI mode ($P<0.01$). **Conclusion** CI+FM can effectively improve the listening effect of hearing ability of hearing impaired children with cochlear implant.

【Key words】 Hearing impaired children; Cochlear implant; Frequency modulated system

无线调频系统(frequency modulated system, FM)是一种助听辅助设备。近年来,人工耳蜗适配FM系统(CI+FM)的运用较多见。理论上,两者联合使用能有效提高听障儿童的听觉言语交流能力,改善其在远距离、有噪声及回声的复杂环境中的聆听困难^[1]。本文调查分析广东省基层听障康复机构在训听障儿童CI+FM的使用情况,进一步探讨其临床应用效果。

1 对象与方法

1.1 研究对象

广东省17家基层康复机构3~6岁在训且配戴CI+FM的听障儿童共187例,其中男114例、女73例,平均年龄 4.58 ± 1.01 岁。排除耳蜗畸形、学习能力低下、多重残疾及其它不能配合者。人工耳蜗使用品牌为Cochlear 34例、MED-EL 84例、Advanced Bionics 69例,人工耳蜗品牌及

基金项目:2021年广东省残疾人事业理论与实践研究课题《人工耳蜗适配无线聆听系统的研究》(YJH20211108)

作者单位:1 广东省东莞市残疾人康复中心 东莞 523000

2 广东省残疾人康复中心 广州 510000

3 广东省江门市特殊儿童康复教育中心 江门 529000

4 广东省肇庆市残疾人康复中心 肇庆 526000

作者简介:何燕玲 本科 主治医师;研究方向:听力康复

通讯作者:何燕玲, E-mail: 13790133849@139.com

言语处理器型号见表1;CI使用时长为0.6~5.5年、平均2.73±1.05年。FM使用3~12个月,且每天使用不少于5小时。45°角声场行为测听结果中各频率听力重建阈值均在20~35 dB HL。

表1 人工耳蜗品牌及言语处理器型号

品牌	言语处理器型号	数量[n(%)]
Cochlear (34例,18.2%)	CP802	18(9.6)
	CP810	8(4.3)
	CP910	5(2.7)
	Freedom	3(1.6)
	OPUS 1	15(8.0)
MED-EL (84例,44.9%)	OPUS 2XS	66(35.3)
	SONNET	2(1.1)
	RONDO 2	1(0.5)
	Harmany	46(24.6)
Advanced Bionics (69例,36.9%)	Naida Q30	12(6.4)
	Naida Q90	11(5.9)

1.2 调查方法

采用美国科罗拉多州编制的儿童无线调频系统辅听效果评估问卷(FM listening evaluation for children)^[2],由带班教师对听障儿童的聆听效果进行临床观察并评分。调查内容为配戴CI与CI+FM两种模式在4种不同环境(安静环境、噪声环境、仅听觉、远距离)以及5种听觉能力(察知、专注力、辨别、声源定位、理解)下的聆听效果。测试前使用声级计监控测试者给声强度,控制在65±5 dB SPL。安静环境为本底噪声<45 dB(A)的教室,噪声环境为常规教学课间活动时间的环境噪声(60~80 dB SPL),给声者避免视觉提示为仅通过听觉,40米为远距离。人工耳蜗通过相应型号适配器适配峰力络+(Roger+)无线调频技术(FM系统),助听设备的信号接收方式采用FM+M模式,均调试至正常工作状态。发射器置于声源约15 cm处。

1.3 统计学方法

采用SPSS 23.0软件中描述性统计、方差分析、成对样本t检验等统计学分析方法。以P<0.05为统计学上存在差异。

2 结果

2.1 CI和CI+FM两种助听模式在4种不同的聆听环

境下的问卷得分

在两种助听模式下比较不同聆听环境的问卷得分,结果显示CI+FM模式得分均明显高于CI模式(P<0.01)。从其交互作用图(估算边际平均值)得知,两种助听模式下在安静环境、噪声环境、仅听觉和远距离4种聆听环境下得分均不相交,交互作用不显著,得分由高到低为安静环境>仅听觉>噪声环境>远距离,且安静环境得分均明显高于其他环境;CI+FM模式得分均明显高于CI模式,见图1、表2。

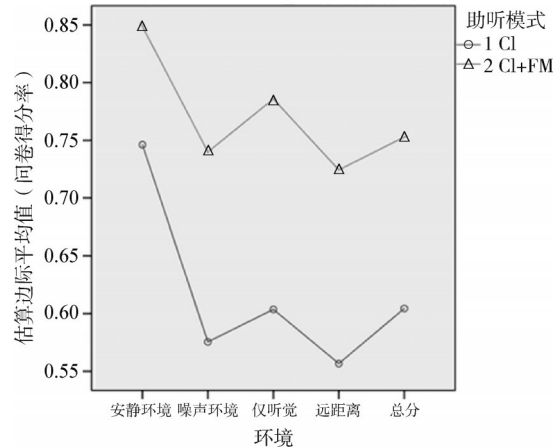


图1 两种助听模式下4种聆听环境得分的交互作用图

2.2 比较CI和CI+FM两种助听模式5种听觉能力情况

统计两种助听模式下5种听觉能力的问卷得分,结果显示CI+FM模式得分均显著高于CI模式(P<0.01)。

两种助听模式下不同听觉能力得分的交互作用图(估算边际平均值)表明,两种模式下专注力和理解相交,交互作用显著,其余均不相交;其中专注力、声源定位、理解得分接近。CI与CI+FM模式不相交,交互作用不显著,且CI+FM模式得分均明显高于CI模式,见图2。在两种模式下5种听觉能力得分由高到低依次是察知、声源定位、专注力、理解、辨别,其中察知得分明显高于其他能力、辨别得分明显低于其他能力,见表3。

3 讨论

无线调频系统采用无线电波的频率性原理工作,在

表2 两种助听模式在4种聆听环境下问卷得分(̄x±s)

助听模式	安静环境	噪声环境	仅听觉	远距离	总分
CI	0.75±0.19	0.58±0.16	0.60±0.19	0.56±0.16	0.60±0.16
CI+FM	0.85±0.18	0.74±0.18	0.79±0.63	0.72±0.19	0.75±0.17
t	-0.18	-0.26	-0.04	-0.26	-0.27
P	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**

**P<0.01,下同

表3 两种助听模式下5种听觉能力得分情况(分, $\bar{x}\pm s$)

助听模式	察知	专注力	辨别	声源定位	理解
CI	24.16±4.83	20.79±5.97	18.74±6.49	21.14±6.15	20.96±6.60
CI+FM	29.33±4.79	26.25±6.76	23.85±8.05	26.37±6.38	25.97±7.58
<i>t</i>	-24.00	-26.06	-20.65	-25.29	-20.84
<i>P</i>	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**

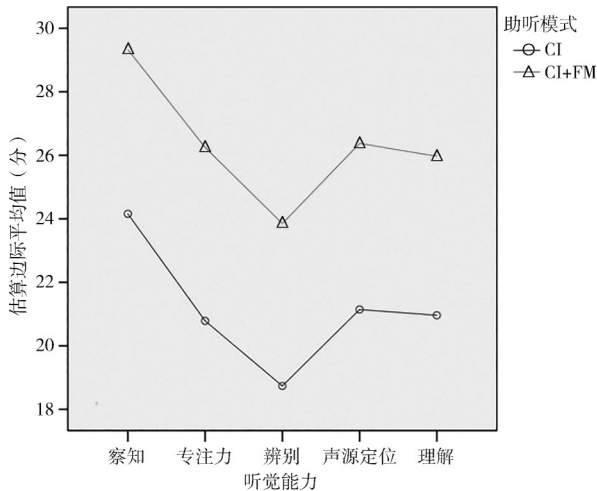


图2 两种助听模式下5种听觉能力得分的交互作用图

传输过程中可有效消除距离、混响时间和背景噪声的不利影响。Roger+是一种最新的无线调频技术,不同于动态FM、传统FM系统及2.4 GHz无线远程麦克风技术,它采用全新的无线芯片、智能自适应算法,可根据探测到的周围环境噪声自动调整音量^[1]。与人工耳蜗联合使用,可使最终接收的声音与原有的声音强度保持类似,且其接收器内置增益10~24 dB,还能进一步增加信噪比,从而提高听障儿童在复杂环境中的言语感知及识别能力^[3]。

从表2、3及图1、2获知,听障儿童使用CI+FM模式能有效提高不同聆听环境下的听声效果,整体提高听觉察知、专注力、辨别、声源定位和理解等聆听效果。该结果与梁爽等^[2]报道结论基本一致。表2及图1结果显示,CI+FM模式下4种环境得分均明显高于CI模式,可见CI+FM比CI模式更有优势。两种助听模式下安静环境的得分仍明显高于其他环境,4种环境得分均呈现安静环境>仅听觉>噪声环境>远距离的现象。其中CI+FM助听模式下安静环境聆听效果优于噪声环境,与Wolfe等^[3]研究结果相符,该研究显示在安静及50~80 dB(A)噪声环境中,使用Roger+的言语识别率明显高于不使用,但在60~80 dB(A)噪声环境下CI+FM模式的言语识别率仍不同程度低于安静环境。周小清等^[4]也提到在噪声环境中即使配戴CI+FM,部分声音信息仍不能准确识别。分析原因,此次评估CI+FM模式信号接收方式为FM+M,FM虽可有效降低远距离、混响、噪声对信号传输过程的影响,

但发射器麦克风及CI内置麦克风仍可能同时接收声源信号及部分环境噪声,在一定程度上可能影响最终的聆听效果。

本研究还发现,单纯配戴CI时大部分儿童在近距离、安静环境聆听时会结合视觉线索捕捉信息,尤其是接收不确定的声音信息时会用目光寻找口型、面部表情、肢体动作等视觉线索辅助聆听;且安静环境时周围干扰因素较少,此时儿童的注意力相对于其他环境更集中,容易获取更多的声音信息。其他环境均不可避免地因视觉线索不足、周围环境干扰因素多等问题影响聆听效果。仅听觉环境虽缺乏视觉提示线索,但周围干扰因素最少;噪声环境虽受到周围噪声环境的干扰,但仍可能获取视觉线索的帮助;远距离环境远离声源,儿童难以获取声源附近的视觉线索且不同程度受到周围环境因素的影响。在配戴CI+FM后,以上因素的影响同样存在,但影响程度较小。

表3及图2结果显示,听障儿童使用CI+FM模式在察知能力、专注力、听觉辨别、声源定位和理解能力的得分均比单独使用CI更高、聆听效果更好,其中察知能力优势更明显。在两种模式下5种听觉能力得分由高到低依次是察知、声源定位、专注力、理解、辨别,其中察知得分明显高于其他能力,辨别得分明显低于其他能力。

带班老师发现,仅配戴CI时,安静环境中孩子对声音的反应较明确且快速。在噪声环境、仅听觉、远距离环境中的反应易延迟或犹豫,不自信,注意力更易分散。这种现象在使用CI+FM模式时亦存在,安静环境不易观察到,其他环境亦存在,但受干扰程度较CI模式小。听障儿童使用两种模式助听,其行为表现有差异。CI+FM模式下听障儿童反应更迅速、主观表现更自信^[5,6]。因本研究问卷由带班老师完成,研究设计上采用非盲法,结果不可避免受观察者的主观影响。本研究以问卷为主,未能精确记录反应时间,如需准确对比具体反应情况还需深入研究。

调查机构使用者普遍反映,CI+FM的适配器连接、操作的简易程度及信号的稳定性对其使用效果影响较大。目前,CI+FM助听模式的适配尚未规范化,各品牌型号的人工耳蜗适配器各不相同,若与言语处理器的兼容性不好,或连接松动、导线过长无法固定,或电池续航时间短,或设备体积过大,或出现异常状态无提示等问题,都将影

响使用效果。因此,在使用前需了解适配对象 CI+FM 的可行性,考虑实际应用场景,筛选适应症,选配合适的发射机、接收机和适配器部件。由于 CI+FM 的操作需要长时间的团队协作,在投入使用前还需根据各机构的实际情况制订规范的管理流程及个性化实施细则,加强日常使用、监管、随访和评估验证。

参考文献

[1] 吴润楠,杨怡,戴瑞邦. Roger 络+无线聆听技术[J]. 中国听力语言康复科学杂志,2015,13(1):62-65.
 [2] 梁爽,朱晶,王艳霄,等. 听障儿童使用无线调频系统助听效果分析[J]. 听力学及言语疾病杂志,2015,23(2):193-193.

[3] Wolfe J, Schafer EC, Heldner B, et al. Evaluation of speech recognition in noise with cochlear implants and dynamic FM[J]. J Am Acad Audiol, 2009,20(7):409-421.
 [4] 周小清,邓小玲,李华君,等. 人工耳蜗植入儿童使用无线调频系统后言语康复效果的评估研究[J]. 临床耳鼻咽喉头颈外科杂志,2015,29(18):1587-1590.
 [5] Fitzpatrick EM, Fournier P, Seguin C, et al. Users' perspectives on the benefits of FM systems with cochlear implants[J]. International Journal of Audiology, 2010,49(1):44-53.
 [6] 周小清. 助听设备联合无线调频系统对听障人群言语康复效果的评估研究[D]. 第三军医大学,2016.

收稿日期 2022-04-02
 责任编辑 赵 倩

(上接 42 页)

[5] Elberling C, Don M, Cebulla M, et al. Auditory steady-state responses to chirp stimuli based on cochlear traveling wave delay[J]. The Journal of the Acoustical Society of America, 2007, 122(5): 2772-2785.
 [6] GBZ(卫生) 49-2014. 职业性噪声聋的诊断[S].
 [7] 魏凡钦,张官萍,陆钊群,等. 儿童频率特异性 chirp 听性稳态反应与行为测听的相关性[J]. 中华耳科学杂志, 2014, 12(2): 235-238.
 [8] GB/T 7583-1987. 声学 纯音气导听阈测定 听力保护用[S].
 [9] GB/T 16296.1-2018. 声学 测听方法 第 1 部分:纯音气导和骨导测听法[S].
 [10] Smith AW. The World Health Organisation and the prevention of deafness and hearing impairment caused by noise[J]. Noise Health, 1998, 1(1):6-12.
 [11] Dasgupta A, Manna N, Sau M. Observations of noise induced hearing loss in a heavy engineering industry in Kolkata [J]. Indian J Public Health, 2009, 53(4):214-217.
 [12] Wu J, Wang F, Wang DM, et al. Investigation of occupational noise exposure and hearing loss among automobile manufacturing workers [J]. Zhonghua Lao Dong Wei Sheng Zhi Ye Bing Za Zhi. 2021,39(8): 593-597.
 [13] Liu QC, Duo CH, Wang Z, et al. Analysis on occupational noise-induced hearing loss of different type workers in underground mining [J]. Zhonghua Lao Dong Wei Sheng Zhi Ye Bing Za Zhi. 2017,35(11): 852-854.

[14] 朱一鸣. 多频稳态诱发电位与听性脑干反应对高频听阈听力诊断的相关性研究[D]. 青海大学, 2020.
 [15] Liu QC, Duo CH, Wang Z, et al. Analysis on occupational noise-induced hearing loss of different type workers in underground mining [J]. Zhonghua Lao Dong Wei Sheng Zhi Ye Bing Za Zhi. 2017,35(11): 852-854.
 [16] Lin YH, Ho HC, Wu HP. Comparison of auditory steady-state responses and auditory brainstem responses in audiometric assessment of adults with sensorineural hearing loss[J]. Auris Nasus Larynx, 2009, 36(2): 140-145.
 [17] Yu SF, Chen GS, Jiao J, et al. A cohort study on occupational noise induced hearing loss in workers at an iron and steel plant[J]. Zhonghua Yu Fang Yi Xue Za Zhi. 2017, 51(1):13-19.
 [18] Kuang D, Yu YY, Yang Y, et al. High frequency hearing loss detection rate in occupational noise exposed workers in China: a Meta-analysis [J]. Zhonghua Lao Dong Wei Sheng Zhi Ye Bing Za Zhi, 2021, 39(3): 184-189.
 [19] Dasgupta A, Manna N, Sau M. Observations of noise induced hearing loss in a heavy engineering industry in Kolkata[J]. Indian J Public Health, 2009, 53(4):214-217.

收稿日期 2024-05-29
 责任编辑 蒋 春