

doi: 10.3969/j.issn.1672-4933.2025.05.017

# 人工耳蜗适配无线聆听系统在听障儿童户外教学的应用效果

The Effect of Cochlear Implant-Compatible Wireless Listening Systems in Outdoor Instruction for Children with Hearing Loss

黄诗伟<sup>1</sup> 钟志茹<sup>2</sup> 顾淡娟<sup>3</sup> 何燕玲<sup>4</sup> 余泽锋<sup>2</sup> 杨星敏<sup>1</sup>

HUANG Shi-wei, ZHONG Zhi-ru, GU Dan-juan, HE Yan-ling, YU Ze-feng, YANG Xing-min

**【摘要】目的** 探讨人工耳蜗适配无线聆听系统(CI+FM)在学龄前听障儿童户外教学的应用效果。**方法** 分别在室内近距离和户外远距离两种环境下,对46例听障儿童佩戴CI+FM和CI两种助听模式进行唤名字(2 m、10 m)和Lings五音察知(2 m、10 m、25 m、50 m)测试,并对测试结果进行比较分析。**结果** 听障儿童佩戴CI+FM和CI两种助听模式在室内和户外近距离(2 m)时唤名字反应率为100.0%,无显著差异( $P=1.000$ ),在室外远距离(10 m)时唤名字的反应结果分别为100.0%和80.4%,差异显著( $P=0.005$ )。CI+FM和CI两种助听模式在2 m距离lings五音的察知率无显著差异( $P=1.000$ );在10 m、25 m、50 m远距离察知率,CI+FM模式显著高于CI模式( $P<0.001$ )。**结论** 人工耳蜗适配无线聆听系统在一定范围内能有效提高听障儿童远距离的言语察知率,改善户外教学活动的聆听效果。

**【关键词】** 无线聆听系统;听障儿童;户外教学;人工耳蜗植入

**【中图分类号】** G762

**【文献标识码】** A

**【文章编号】** 1672-4933(2025)05-0525-03

**【Abstract】 Objective** To explore the effects of cochlear implants (CI) with wireless listening system (hereinafter referred to as CI+FM) in outdoor teaching for preschool hearing-impaired children. **Methods** Under two environments (indoor short-distance and outdoor long-distance), 46 hearing-impaired children wearing two hearing assistance modes (CI+FM and CI alone) underwent name-calling response tests (at 2 m and 10 m) and Ling's five-sound detection tests (at 2 m, 10 m, 25 m, and 50 m). Test results were comparatively analyzed. **Results** At both indoor and outdoor short distances (2 m), the name-calling response rates for both CI+FM and CI modes were 100.0%, with no significant difference ( $P=1.000$ ). At outdoor long distance (10 m), the name-calling response rates for CI+FM and CI modes were 100.0% and 80.4%, respectively, showing a significant difference ( $P=0.005$ ). At 2 m, Ling's five-sound detection rates showed no significant difference between CI+FM and CI modes ( $P=1.000$ ). At long distances (10 m, 25 m, 50 m), detection rates for CI+FM mode were significantly higher than for CI mode ( $P<0.001$ ). **Conclusion** The cochlear implant with wireless listening system effectively improves long-distance speech detection rates in hearing-impaired children within a certain range and enhances listening outcomes during outdoor teaching activities.

**【Key words】** Wireless listening system; Hearing-impaired children; Outdoor teaching; Cochlear implant

近年来,国内康复机构将声匀系统运用到听障儿童的集体教学中,有效解决了室内距离、噪声、混响对听障儿童聆听质量的影响,但因无法移动而受限于户外教学活动的运用。无线聆听系统(FM系统)通过耦联助听设备,实现抗干扰、远距离、降噪声传播声音<sup>[1]</sup>,便于户外教学活动。本文随机选取46例在训听障儿童,比较分析CI+FM和CI两种聆听模式的应用效果,进一步探讨听障儿童佩戴CI+FM进行户外教学活动的情况。

## 1 对象与方法

### 1.1 研究对象

随机抽取广东省4家康复机构中3~6岁人工耳蜗植入儿童46例(排除多重残疾、学习能力低下、耳蜗严重畸形等不能配合的听障儿童)。其中男29例,女17例,平均生理年龄5.6岁;学习能力得分(希-内/格雷费斯)74~148分,平均101分;45°声场行为测听所得人工耳蜗术后重建听阈25~35 dB HL,平均听阈30 dB HL;使用CI品牌分别为奥

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 广东省肇庆市残疾人康复中心 肇庆 526000

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 广东省东莞市残疾人康复中心 东莞 523000

作者简介:黄诗伟 本科 幼教高级;研究方向:听力语言康复

通讯作者:杨星敏, E-mail: 229355183@qq.com

地利MED-EL 17例,美国Advanced Bionics 16例,澳大利亚Cochlear 13例。

1.2 研究方法

被试连接相应型号的适配器适配峰力(Roger+) FM系统,在室内距离(2 m, 10 m)分别测试并记录其使用CI+FM和CI两种聆听模式时对自己名字的听反应;采用言语听觉反应评估(evaluation of auditory response to speech, EARS)中的Lings五音测试方法,比较听障儿童在使用CI+FM和CI两种聆听模式下不同距离(2 m, 10 m, 25 m, 50 m)的听察知情况。测试环境符合听障儿童康复教学的环境要求,集体教学教室本底噪声 $\leq 45$  dB(A),校园户外环境噪声60~80 dB(A)。主试者为康复教师。测试严格按照听察知要求,回避视觉提示,通过听名字应答、听声放物或听复述等方式作为有效反应,√表示有听察知反应,一为无听反应;重复测试3次,2次以上有察知反应判断为有听反应,其它为无听反应。

1.3 统计方法

使用SPSS 22.0软件对数据进行统计分析。两种聆听模式下唤名字反应率和五音察知率的比较采用卡方检验方法,同一模式下不同距离五音察知率的比较采用Cochran's Q检验, $P < 0.05$ 表示差异具有统计学意义。

2 结果

听障儿童佩戴CI+FM和CI两种助听模式在室内和户外近距离(2 m)时唤名字反应率为100.0%,无显著差异( $P=1.000$ );听障儿童两种助听模式在室外远距离(10 m)时唤名字的反应结果分别为100.0%和80.4%,差异显著( $P=0.005$ ),见图1。

在CI模式下,随着聆听距离增加,听障儿童对Lings

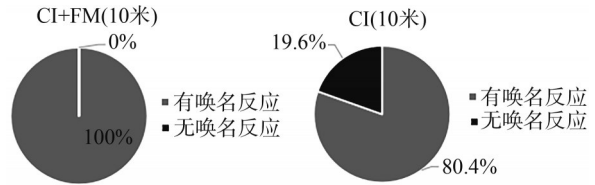


图1 CI+FM和CI两种聆听模式在10米距离唤名字的情况

五音的察知率逐渐下降,具有显著差异( $P < 0.001$ );在CI+FM模式下,在2 m、10 m、25 m处,听障儿童对Lings五音的察知率无显著差异( $P$ 值分别为0.368、1.000、0.368、0.135、0.368),在50 m处,听障儿童对Lings五音的察知率显著下降( $P < 0.001$ );CI+FM和CI两种助听模式在2 m距离Lings五音的察知率无显著差异( $P=1.000$ );在10 m、25 m、50 m远距离的察知率,CI+FM模式显著高于CI模式( $P < 0.001$ ),见图2和表1。

3 讨论

按照《幼儿园工作规程》要求,3~6岁幼儿户外活动时间(包括户外体育活动时间)每天不得少于2小时。户外活动时间占教学活动总时间的25%。幼儿户外教学活动种类多,且常以游戏活动、体育活动等形式开展,所以户外环境中的背景噪声(信噪比低)、混响时间、听障儿童与声源之间的距离,均给听障儿童户外教学带来挑战。

传统FM系统的传播质量会受环境、发射源、电磁干扰等复杂因素影响。为提高FM系统在听障儿童康复教学中的应用效果,避免受到其他FM信号的干扰,美国通信委员会在1971年特批了专门的无线频段,应用于听障儿童康复教学。随着现代无线电技术水平的提高,目前使用的FM调频系统已经不是传统的FM系统,而是宽动态调频系

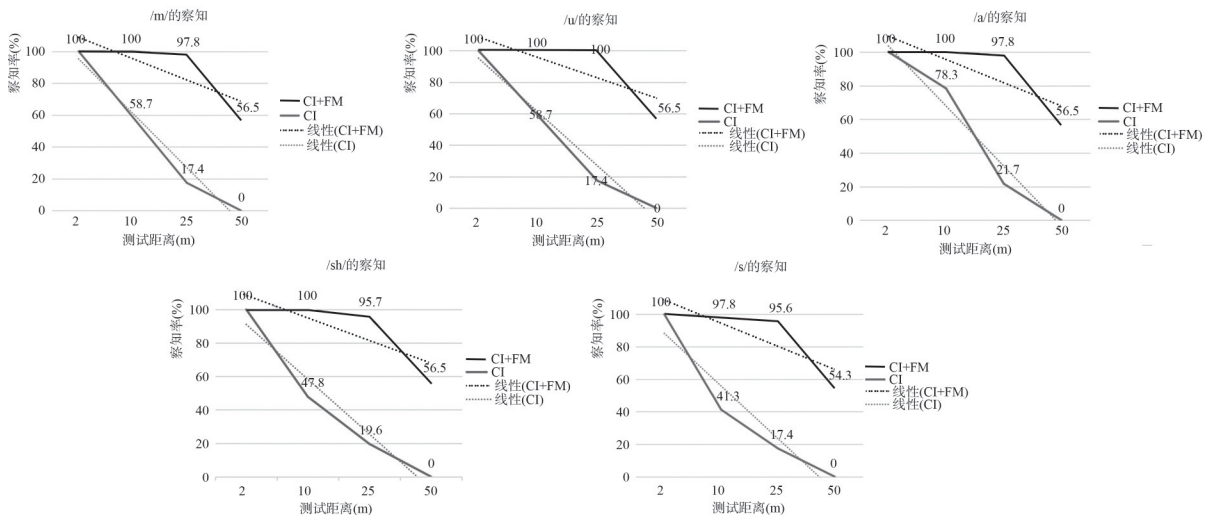


图2 CI+FM和CI两种聆听模式在户外不同距离Lings五音的察知率情况

表1 CI+FM和CI两种聆听模式在户外不同距离Lings五音察知率对比(%)

Lings 五音	模式	2 m	10 m	25 m	50 m
/m/	CI	100.0	58.7	17.4	0.0
	CI+FM	100.0	100.0	97.8	56.5
	<i>P</i>	1.000	<0.001*	<0.001*	<0.001*
/u/	CI	100.0	58.7	23.9	0.0
	CI+FM	100.0	100.0	100.0	58.7
	<i>P</i>	1.000	<0.001*	<0.001*	<0.001*
/a/	CI	100.0	78.3	21.7	0.0
	CI+FM	100.0	100.0	97.8	56.5
	<i>P</i>	1.000	0.001*	<0.001*	<0.001*
/sh/	CI	100.0	47.8	19.6	0.0
	CI+FM	100.0	100.0	95.7	56.5
	<i>P</i>	1.000	<0.001*	<0.001*	<0.001*
/s/	CI	100.0	41.3	17.4	0.0
	CI+FM	100.0	97.8	95.7	54.3
	<i>P</i>	1.000	<0.001*	<0.001*	<0.001*

\**P*<0.05

统,受干扰因素影响小,传播语音的质量也得到提高。

FM系统利用无线电技术可将语言信号进行远距离传播,言语信号经由麦克风转为电信号,经线路传送到发射器,由发射器将电信号转变为无线调频电波,经空间传播接收器接收相应的无线调频电波信号,将其转为电信号,再经发声装置转为言语信号<sup>[2]</sup>。在FM系统有效传输距离内,可明显改善听障儿童户外活动时对教师指令和活动要求的聆听质量,从而提高户外教学的活动效果。FM系统在噪声环境、远距离及混响环境中可有效提高听障儿童听声音的信噪比,使其注意力集中,对听觉语言康复训练有促进作用,使用CI+FM的聆听模式能有效提高听障儿童远距离聆听语音的察知率<sup>[3]</sup>。使用无线调频系统可显著提高噪声环境下的言语识别率,CI+FM模式让人工耳蜗植入儿童在户外教学活动也能像近距离的安静环境下一样接收清晰的语音信息<sup>[4]</sup>。基于FM系统的实际使用效果,美国听力协会(American speech-language hearing association, ASHA)已将FM系统正式应用于教育系统,利用助听设备与FM系统耦联后构成的新型助听整合系统,通过有针对性地提高目标声音信噪比,改善听障儿童在现实环境中听觉语言识别能力,从而提高语言康复效果<sup>[5]</sup>。

本研究结果显示,听障儿童使用CI+FM模式在户外10 m、25 m、50 m远距离的Lings五音平均察知率均显著高于CI模式;两种模式对Lings五音的平均察知率结果从高到低依次为10 m、25 m、50 m;CI模式时随着距离增加,察知率明显下降;CI+FM模式在10 m、25 m察知率显著高于50 m。在户外环境,听障儿童使用CI+FM聆听模式在2 m、

10 m、25 m处对Lings五音的察知率无显著差异,50 m察知率显著下降。在CI+FM模式下,使用人工耳蜗监听耳机监测人工耳蜗麦克风接受声信号,在0~25 m,人工耳蜗可灵敏接收FM发射机传来的语音信号;在25~30 m时,即使无障碍物影响,接收到的声信号也会出现语音卡顿、不清晰的情况;而在30~50 m时几乎不能接收到发射机的声音。说明听障儿童应用人工耳蜗适配无线聆听系统进行户外教学活动最佳距离在25 m以内。这与Jiang提出的FM信号传输范围在5~30 m的结论相符<sup>[6]</sup>。听障儿童日常户外活动距离带教老师(声源)一般在5~20 m,最远不超过30 m,因此,FM系统基本能满足听障儿童户外远距离教学需求。

FM系统虽可有效改善听障儿童户外教学效果,但因其价格昂贵、不同型号人工耳蜗适配器不兼容、链接和检测方法各异、设备管理和操作繁琐等问题,给家长、教师和康复机构使用带来困难。目前,基层听障儿童康复机构或特殊学校的FM系统主要由听力师和班主任进行管理及使用。带班教师每天需在幼儿入园后,予以连接人工耳蜗及FM系统,并通过唤名字、Lings五音察知或识别等方法检测设备性能,测试连接是否畅通;离园前,需拆卸FM适配器及接收器,清点设备数量、保养设备等工作,操作繁琐。部分型号人工耳蜗适配器存在电池仓易损坏、导线长、体积大、检测不便等问题,给听能管理增加工作量。因此,若要广泛推广使用,必须建立FM系统管理使用规范化指导方案,熟练掌握FM系统各部件的功能连接、使用、检测、维护、保养、故障排除等内容。通过专人管理、专业培训、规范使用等方法,提高其有效使用率,为听障儿童户外教学活动带来更多获益。

## 参考文献

- [1] 腾白玉,韩睿,邵兴.无线音频系统(FM系统)对听障儿童不同环境下言语识别能力的影响[J].中国听力语言康复科学杂志,2010,8(6):28-30.
- [2] 王树峰,仇丹.无线调频辅听系统及其应用[J].中国听力语言康复科学杂志,2006,4(6):61-63.
- [3] 梁爽,苗艳.FM无线调频系统的临床应用启示[J].中国听力语言康复科学杂志,2012,10(3):222-224.
- [4] 李炬,郭仁,龙墨,等.人工耳蜗植入儿童使用无线调频系统的效果评价[J].中国听力语言康复科学杂志,2013,11(5):362-364.
- [5] 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.
- [6] Jiang D. 语训器,还是无线调频辅听系统?[J].中国听力语言康复科学杂志,2004,2(5):58-61.

收稿日期 2022-08-08

责任编辑 赵 倩