

# 单侧听损者在人工听觉植入后的定位能力初探

周华莉<sup>1</sup>, 余光正<sup>1</sup>, 王仙仁<sup>2</sup>, 孟庆林<sup>1</sup>

(1. 华南理工大学物理与光电学院声学研究所, 广东广州 510641;

2. 中山大学附属第一医院, 广东广州 510080)

## A preliminary study on sound source localization ability of patients with unilateral hearing loss after auditory prostheses implantation

ZHOU Hua-li<sup>1</sup>, YU Guang-zheng<sup>1</sup>, WANG Xian-ren<sup>2</sup>, MENG Qing-lin<sup>1</sup>

(1. Acoustic Laboratory, School of Physics and Optoelectronics, South China University of Technology, Guangzhou 510016, Guangdong, China;

2. The First Affiliated Hospital of Sun Yat-sen University, Guangzhou 510080, Guangdong, China)

### 0 引 言

单侧听力损失或单侧聋是临床上一种常见的病症, 表现为一侧耳听力正常, 而另一侧耳存在重度、极重度听力损失<sup>[1,2]</sup>。因为对侧听力正常, 大部分单侧听损者认为对日常生活影响不大, 所以并未接受干预。然而实际上, 单侧听损者因无法实现双耳聆听, 会出现因双耳听觉缺失造成的一些困难, 声源定位就是其中一项, 因双耳定位因素的缺失对声源定位能力产生的影响, 将极大影响生活质量<sup>[1,3]</sup>。

人工听觉植入是目前临床上对于单侧听力损失的一种干预措施, 通过在体内植入人工听觉假体, 帮助恢复听觉。从机制上来看, 主要包括电刺激(即人工耳蜗)和骨导(植入式骨导助听器)两种。人工耳蜗通过电极对患侧耳蜗进行直接电刺激, 使患侧产生听觉。植入式骨导助听器(包括骨桥和骨锚式助听器等)通过接收患侧的声音并经过颅骨振动将声音传导至健侧耳蜗, 即健侧耳蜗同时聆听来自两侧的声音。由于价格昂贵, 国内选择接受人工听觉植入的单侧听损者非常少, 这为研究单侧听损者在人工听觉植入后的声源定位能力带来了不少困难。

国外有一些学者对单侧听损者接受人工听觉植入后的声源定位能力做了一些研究, 如: Távara-Vieira 等人比较了 16 名接受了人工耳蜗植

入(CI)的单侧听损者在开启和关闭 CI 状态下的方位角定位能力, 发现 CI 开启时的平均定位误差比 CI 关闭时低 26.2°<sup>[4]</sup>; Litovsky 等人对 9 例已植入 CI 的单侧听损者研究了 CI 对单侧听损者声源定位的改善情况, 发现植入 CI 后, 方位角定位误差降低了约 27°<sup>[5]</sup>。国内目前暂未见到关于单侧听损者在人工听觉植入后的声源定位能力的研究。本研究采用心理声学实验的方法, 对单侧听损者在人工听觉植入后的声源定位能力进行了初步研究。

### 1 心理声学实验

#### 1.1 受试者

如引言部分所述, 国内接受人工听觉植入的单侧听损者数量非常有限, 作为代表, 本研究选取了两种机制的人工听觉植入单侧听损者各 1 名作为受试者, 受试者基本信息见表 1。作为对照, 另招募了 4 名正常听力受试者(记为 NH)。

表 1 受试者基本信息

Table 1 Subject demographic information

受试者	年龄(岁)	患侧	单侧听损时长(年)	干预措施
S1	15	左	0.8	CI
S2	16	左	6	骨桥

#### 1.2 刺激与方法

声源定位包括距离定位和方向定位两个方面, 在方向定位中, 又包括方位角定位和仰角定位<sup>[6]</sup>。其中, 水平面上的方位角定位与日常生活密切相关。本文关注方位角方向定位, 通过实验测试单侧听损者在人工听觉植入前后的方位角定位能力。

收稿日期: 2019-07-01; 修回日期: 2019-08-01

基金项目: 国家自然科学基金(11704129, 11574090); 广东省自然科学基金(2018B030311025)

作者简介: 周华莉(1984—), 女, 湖南邵阳人, 硕士研究生。

通讯作者: 孟庆林, E-mail: mengqinglin@scut.edu.cn

本次实验在符合 ICA 标准的听音室(本底噪声不大于 30dB)内进行。采用 12 个扬声器组成一个水平面上的半径 1.5 米的圆形阵列,扬声器之间间隔 30°,受试者坐于圆心处,双耳与扬声器阵列同高,如图 1 所示。

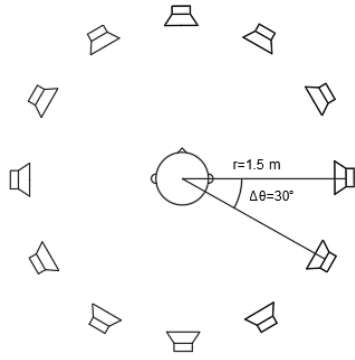


图 1 扬声器配置示意图  
Fig.1 Speaker set up

采用的刺激信号是粉噪 (pink noise),持续时间为 1 秒。刺激信号在受试者处产生的声级在 56、59、62、65、68 dB(A)中随机选择。实验共包括 96 个试次,每个试次随机选择一个扬声器播放(保证每个扬声器的选择次数都是 8 次)。受试者用一根小棒指示感知到的声源方向,由一名实验助手记录受试者所指方向。对单侧听损受试者,分别于植入前和植入后 1 个月,2 个月,4 个月进行测试,4 名 NH 对照各测试一次。

## 2 结果和讨论

目前 S1 已完成了从植入前到植入后 4 个月的测试,但 S2 目前只完成了植入后 1 个月的测试。对每一位单侧听损受试者,统计其每次测试的平均绝对误差 (Mean Absolute Error, MAE) 作为该次测试的结果,如图 2 所示。对于 NH 对照组,取 4 名 NH 受试者的 MAE 平均值 (约为 6°) 作为 NH 对照组的误差水平 (如图 2 中虚线所示)。

两名单侧听损的受试者,不论是植入前还是植入后,方位角定位误差均高于 NH 组。植入后 1 个月时,两名受试者的定位误差与各自植入前的定位误差相比,均无显著差异 (S1:  $t=0.571, p=0.569$ , S2:  $t=-1.655, p=0.101$ )。植入 2 个月后, S2 (植入 CI) 的定位误差与植入后 1 个月时相比显著降低 ( $t=5.698, p<0.001$ )。植入 4 个月后, S2 的定位误差与植入后 2 个月时相比无显著差异 ( $t=0.957, p=0.341$ )。同时, S2 植入 4 个月后的定位误差与植入前相比显著降低 ( $t=6.192, p<0.001$ , 定位误差从

58°降低到 23°,降低幅度 25°),与 Távora-Vieira 等人和 Litovsky 等人的研究<sup>[4,5]</sup>发现基本一致,说明患侧植入的 CI 引入了双耳因素,实现了双耳聆听,从而提高了定位能力。

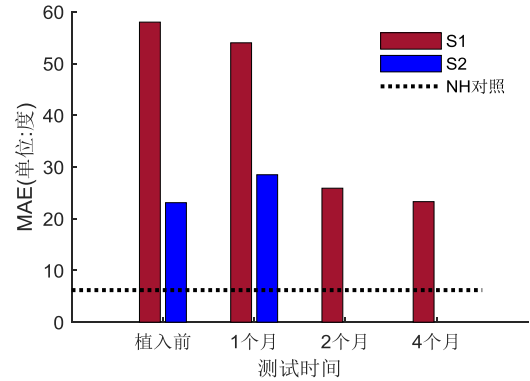


图 2 方位角定位误差  
Fig.2 Azimuth localization error

## 3 结论

本文开展了对单侧听损者在人工听觉植入后的声源方位角定位能力研究工作,结果表明对于单侧听损已植入 CI 的受试者 S1,植入 4 个月其定位能力得到了显著提高,对于单侧听损已植入骨桥的受试者 S2,植入 1 个月其定位能力尚未出现显著变化。本研究初步探索了单侧听损者在人工听觉植入后的声源定位能力,为人工听觉植入对单侧听损者声源定位能力的影响研究提供了部分基础数据。

## 致谢

感谢所有参与本次实验的受试者。

## 参 考 文 献

- [1] 郝昕. 成人单侧聋和不对称性听力损失干预方式的评估框架[J]. 中国听力语言康复科学杂志, 2018, 16(06): 4-9.
- [2] 银力, 高珊, 屠文河, 曹永茂, 平利川, 龙墨, 傅前杰, 高志强. 单侧聋患者人工耳蜗植入的进展[J]. 听力学及言语疾病杂志, 2017, 25(02), 210-215.
- [3] 谢波菴, 孟庆林. 听觉障碍患者的空间听觉[J]. 应用声学, 2018, 37(5): 607-613.
- [4] Távora-Vieira, D., De Ceulaer, G., Govaerts, P. J., & Rajan, G. P. . Cochlear implantation improves localization ability in patients with unilateral deafness[J]. Ear and Hearing, 2015, 36(3), e93-e98.
- [5] Ruth Y. Litovsky, Keng Moua, Shelly Godar, Alan Kan, Sara M. Misurelli, Daniel J. Lee. Restoration of spatial hearing in adult cochlear implant users with single-sided deafness[J]. Hearing Research, 2019. 372, 69-79.
- [6] Xie B. S. Head-related transfer function and virtual auditory display[M]. Florida: J. Ross Publishing, 2013.