

# 行为测听在儿童主观听力评估中的应用\*

湛国会<sup>1</sup> 丁海娜<sup>1</sup> 史伟<sup>1</sup> 谢林怡<sup>1</sup> 熊芬<sup>1</sup> 兰兰<sup>1</sup> 张娇<sup>2</sup> 王秋菊<sup>2</sup>

**[摘要]** 目的:探究行为测听在儿童主观听力评估中的价值及影响因素。方法:回顾性分析 2012 年 1 月—2015 年 12 月就诊的 1944 例(3888 耳)儿童的行为测听(视觉强化或游戏测听)检查结果,将主观表现(“好”、“中等”、“差”、“未完成”)按年龄、听力水平进行分组比较,运用 SPSS 27.0 软件进行统计分析。结果:儿童主观表现“好”者 2791 耳(71.8%)、“中等”者 411 耳(10.6%)、“差”者 309 耳(7.9%)、“未完成”者 377 耳(9.7%)。在视觉强化测听中,儿童主观表现为“好”的比例随年龄增长逐步上升至 2 岁时达到高峰,2 岁之后随年龄增长而下降;在游戏测听中,儿童主观表现为“好”的比例随着年龄增长逐步上升至 4~5 岁时达到高峰。“未完成”者主要为 1~3 岁儿童,原因为不合作 148 耳、哭闹 95 耳、拒戴耳机 57 耳、疲劳 42 耳、没兴趣 20 耳、不理解 14 耳、注意力分散 1 耳。结论:行为测听有助于评估儿童的主观听力,儿童主观表现整体较好。在临床工作中应结合低龄儿童的身心特点,采用或开发更加新颖而又有吸引力的测试材料及方法。

**[关键词]** 儿童;行为测听;主观测听

**DOI:**10.13201/j.issn.2096-7993.2023.03.003

**[中图分类号]** R764 **[文献标志码]** A

## Application of behavioral audiometry in subjective hearing assessment of children

CHEN Guohui<sup>1</sup> DING Haina<sup>1</sup> SHI Wei<sup>1</sup> XIE Linyi<sup>1</sup> XIONG Fen<sup>1</sup>  
LAN Lan<sup>1</sup> ZHANG Jiao<sup>2</sup> WANG Qiuju<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>Department of Otolaryngology Head and Neck Surgery, the First Medical Center of Chinese PLA General Hospital, Beijing, 100853, China; <sup>2</sup>Department of Audiology and Vestibular Medicine, Institute of Otolaryngology, Senior Department of Otolaryngology Head and Neck Surgery, the Sixth Medical Center of Chinese PLA General Hospital, National Clinical Research Center for Otolaryngologic Diseases)

Corresponding author: WANG Qiuju, E-mail: wqcr301@vip.sina.com

**Abstract Objective:** To explore the value and influencing factors of behavioral audiometry in subjective hearing assessment of children. **Methods:** The results of behavioral audiometry (visual reinforcement audiometry or play audiometry) of 1944 children (3888 ears) in the outpatient department from January 2012 to December 2015 were retrospectively analyzed. The subjective performance ("good", "moderate", "poor", "unfinished") was compared according to age and hearing level. SPSS 27.0 software was used for statistical analysis. **Results:** The subjective performance of children was "good" in 2791 ears (71.8%), "moderate" in 411 ears (10.6%), "poor" in

\*基金项目:国家自然科学基金重点项目(No:81830028)、国家自然科学基金优秀青年基金项目(No:82222016)、国家自然科学基金面上项目(No:82271189,82271171,82171130)、军队后勤科研专项(No:19JSZ14)、解放军总医院医疗大数据分析及应用研究(No:2019MBD-005)联合资助

<sup>1</sup>解放军总医院第一医学中心耳鼻咽喉头颈外科(北京,100853)

<sup>2</sup>解放军总医院第六医学中心耳鼻咽喉头颈外科医学部耳鼻咽喉内科 耳鼻咽喉研究所 国家耳鼻咽喉疾病临床医学研究中心  
通信作者:王秋菊,E-mail:wqcr301@vip.sina.com

引用本文:湛国会,丁海娜,史伟,等.行为测听在儿童主观听力评估中的应用[J].临床耳鼻咽喉头颈外科杂志,2023,37(3):173-176. DOI:10.13201/j.issn.2096-7993.2023.03.003.

- [9] Clemmens CS, Guidi J, Caroff A, et al. Unilateral cochlear nerve deficiency in children [J]. Otolaryngol Head Neck Surg, 2013, 149(2): 318-325.
- [10] 梅玲, 陈向平, 杨军, 等. 儿童单侧聋的发现途径及病因分析 [J]. 临床耳鼻咽喉头颈外科杂志, 2018, 32(16): 1252-1254.
- [11] 高胜利, 曾清香, 温瑞金, 等. 儿童单侧重度及极重度感音神经性耳聋 88 例资料分析 [J]. 中华耳科学杂志, 2020, 18(2): 301-304.
- [12] 高墨梅, 尹德佩, 窦训武, 等. 儿童单侧听力损失的临床常见病因及听力学表现 [J]. 临床耳鼻咽喉头颈外科杂志, 2020, 34(5): 398-401.
- [13] Guo L, Xiang J, Sun L, et al. Concurrent hearing and genetic screening in a general newborn population [J]. Hum Genet, 2020, 139(4): 521-530.
- [14] 曹波, 刘广平. 大前庭水管综合征听力学研究进展 [J]. 国际耳鼻咽喉头颈外科杂志, 2022, 46(3): 162-167.

(收稿日期:2022-11-30)

309 ears(7.9%) and " unfinished " in 377 ears(9.7%). In visual reinforcement audiometry, the proportion of children who subjectively performed as "good" gradually increased with age, reaching the peak at 2 years old, and decreased with age after 2 years old. In play audiometry, the proportion of children who subjectively performed as "good" gradually increased with age, peaking at 4—5 years of age. The children who did not finish the test were mainly 1—3 years old. The reasons included uncooperation for 148 ears, crying for 95 ears, refusing to wear headphones for 57 ears, fatigue for 42 ears, lack of interest for 20 ears, not understanding for 14 ears, and distraction for 1 ear. **Conclusion:** Behavioral audiometry was helpful to assess children's subjective hearing, and children's subjective performance was good. In clinical work, more novel and attractive test materials and methods should be adopted or developed according to the physical and mental characteristics of young children.

**Key words** child; behavioral audiometry; subjective audiometry

行为测听是一种主观听力测试技术,包括行为观察测听(适用于 6 月龄以内的婴幼儿测试)、视觉强化测听(适用于 7 月龄~2.5 岁的儿童)、游戏测听(适用于 2.5~6 岁的儿童),广泛应用于评估 0~6 岁儿童的主观听力<sup>[1]</sup>。检查人员通过选择合适的测试方法建立条件反射,根据儿童主观反应、表现及反馈测得听力结果,可对儿童的主观听力进行定性定量的评估。本研究对 1~6 岁儿童的行为测听结果进行回顾性分析,探讨行为测听在儿童主观听力评估中的应用价值和影响因素。

## 1 资料与方法

### 1.1 研究对象

回顾性分析 2012 年 1 月—2015 年 12 月在本中心就诊的 1944 例(3888 耳)儿童的行为测听结果(单中心研究),其中男 1163 例(2326 耳),女 781 例(1562 耳),男女比例为 1.49:1;年龄 1~6 岁。

纳入标准:①1~6 岁的儿童;②听力报告结果备注里有检查者明确的评价意见;③裸耳的听阈评估;④测试方法为视觉强化测听或游戏测听。

排除标准:①<1 岁和>6 岁的儿童;②助听器或人工耳蜗助听听阈评估;③严重心理或智力障碍者;④测试方法为行为观察测听或纯音测听。

### 1.2 研究方法

**1.2.1 测试设备及方法** 应用丹麦 Astera 型临床听力计,在标准隔声室内进行视觉强化测听和游戏测听。视觉强化测听是将听觉信号与光、声和动物玩具结合起来,使儿童建立起对刺激声的条件反射,并同时吸引儿童转向奖励的视觉闪光玩具<sup>[1]</sup>。游戏测听是让儿童参加一个简单、有趣的游戏,教会儿童对刺激声做出明确可靠的反应,被测试的儿童必须能理解和执行该游戏,并且在反应前可以做到等待刺激声的出现<sup>[1]</sup>。测试信号为纯音,频率范围 125~8000 Hz,优先测试频率 500~4000 Hz(考虑到儿童的注意力时间有限),记录听力结果及综合评价。

**1.2.2 主观表现分级** 参照 GB/T16296.1-2018/ISO8253-1:2010 标准中纯音测试操作要求,根据儿童反馈和回应的准确性将主观表现分为“好”、“中等”、“差”、“未完成”。①表现为“好”:建立良好

条件反射,采用上升法测试,测试音级在最多 3 次上升中有 2 次反应出现在同一测试音级,125~8000 Hz 各频率均完成测试;②表现为“中等”:建立良好条件反射,采用上升法测试,测试音级在最多 3 次上升中有 2 次反应出现在同一测试音级,500~4000 Hz 均完成,其他个别频率未完成或存在假阳性反应/假阴性反应;③表现为“差”:能建立条件反射,采用上升法测试,测试音级在最多 3 次上升中有 2 次反应出现在同一测试音级,测试频率 500~4000 Hz 完成少于 3 个且存在部分假阳性反应/假阴性反应;④“未完成”:未完成测试者,即无法建立条件反射,未能完成检查。

**1.2.3 听力损失程度分级** 参照 WHO 发布的听力损失分级标准<sup>[2]</sup>,取纯音 500~4000 Hz 气导听阈的平均值为平均听阈。分为正常听力(<20 dB HL)、轻度听力损失(20~<35 dB HL)、中度听力损失(35~<50 dB HL)、中重度听力损失(50~<65 dB HL)、重度听力损失(65~<80 dB HL)、极重度听力损失(80~<95 dB HL)、全聋( $\geq 95$  dB HL)。

**1.2.4 年龄分组** 以每周岁作为一个分割点,分成 1 岁、2 岁、3 岁、4 岁、5 岁、6 岁 6 个年龄段。

### 1.3 统计学方法

使用 SPSS 27.0 软件,定性数据描述使用百分比,定量数据根据测试类型、听力水平、年龄分组绘制柱形图。相关性分析使用 Spearman 相关分析,用相关系数  $r$  表示两个变量之间的相关程度, $r=0$  表示零相关, $0<r<1$  表示正相关, $-1<r<0$  表示负相关。 $P<0.05$  表示差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 一般特征

1944 例(3888 耳)儿童中,能配合完成测试者 3511 耳(90.3%),未完成测试者 377 耳(9.7%);游戏测听 2839 耳(80.9%),视觉强化测听 672 耳(19.1%);儿童主观表现“好”为 2791 耳(71.8%)、表现“中等”为 411 耳(10.6%)、表现“差”为 309 耳(7.9%)、“未完成”者 377 耳(9.7%)。

### 2.2 听力结果

视觉强化测听 672 耳中,听力正常 9 耳、轻度

听力损失 38 耳、中度听力损失 19 耳、中重度听力损失 33 耳、重度听力损失 69 耳、极重度听力损失 116 耳、全聋 388 耳, 视觉强化测听儿童听力在重度及以上听力损失较多, 全聋型最多; 游戏测听 2839 耳中, 听力正常 875 耳、轻度听力损失 302 耳、中度听力损失 257 耳、中重度听力损失 253 耳、重度听力损失 316 耳、极重度听力损失 319 耳、全聋 517 耳, 游戏测听儿童听力在正常和全聋较多, 极重度、重度听力损失次之, 中度、中重度听力损失较少。

### 2.3 儿童各年龄段、各级听力的主观表现

如图 1 所示, 视觉强化测听儿童主观表现“好”的比例高于表现“中等”和“差”的比例, 表现“好”的比例在 2 岁时最多, 年龄与主观表现呈负相关( $r = -1.06, P = 0.006$ ), 说明视觉强化测听表现出年龄的特异性, 儿童主观表现“好”的比例随年龄增长逐步上升至 2 岁时达到高峰, 2 岁之后随年龄增长而下降。

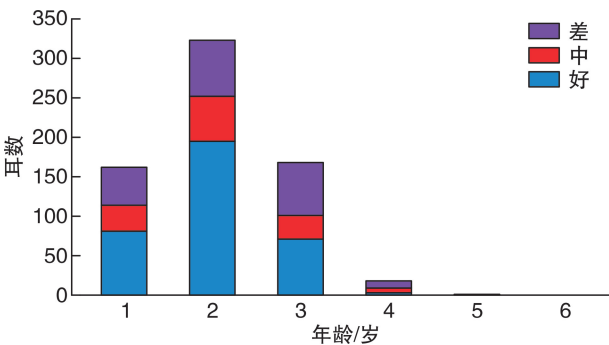


图 1 儿童各年龄段的主观表现 (视觉强化测听)

如图 2 所示, 视觉强化测听儿童主观表现“好”的比例在各级听力水平中占比均较大, 表现“中等”和“差”的比例较小, 说明在视觉强化测听中各级听力损失儿童主观表现“好”的比例最高, 整体配合较好。

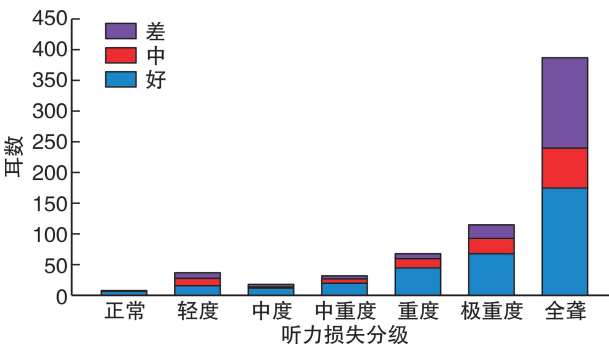


图 2 儿童各级听力的主观表现 (视觉强化测听)

如图 3 所示, 游戏测听儿童主观表现整体较好, 表现“好”的比例远高于表现“中等”和“差”的比

例, 2 岁以后表现“好”的比例随年龄增长而上升, 至 4~5 岁达到高峰, 6 岁时略下降 (该年龄段样本总量略少), 年龄与主观表现呈正相关 ( $r = 0.19, P < 0.001$ ), 说明游戏测听表现出年龄的特异性, 随着年龄增长主观表现越来越好, 4~5 岁时表现最好。

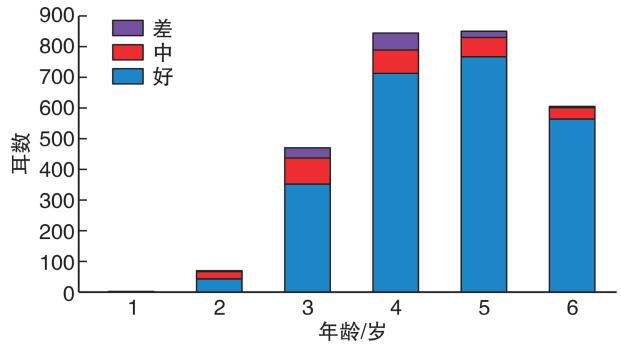


图 3 儿童各年龄段的主观表现 (游戏测听)

如图 4 所示, 游戏测听儿童主观表现“好”的比例在各级听力水平中占比均较大, 表现“中等”和“差”的比例较小, 说明游戏测听中各级听力损失儿童主观表现“好”的比例最高, 整体配合较好。

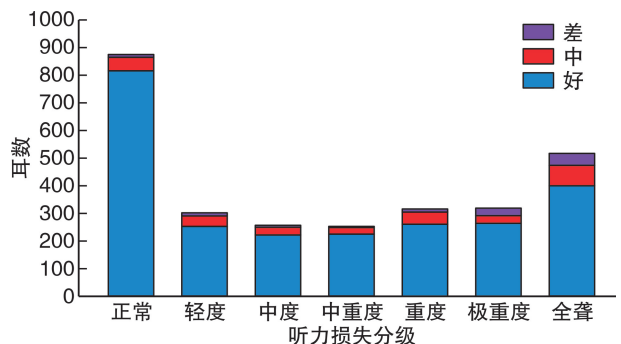


图 4 儿童各级听力的主观表现 (游戏测听)

### 2.4 “未完成”儿童的年龄分布及原因

“未完成”的有 377 耳, 其中 1 岁 94 耳、2 岁 131 耳、3 岁 91 耳、4 岁 41 耳、5 岁 16 耳、6 岁 4 耳。年龄主要集中在 1~3 岁, 2 岁儿童最多, 自 2 岁以后“未完成”的比例下降, 6 岁最少。“未完成”的原因: 不合作 148 耳, 哭闹 95 耳, 拒戴耳机 57 耳, 疲劳 42 耳, 没兴趣 20 耳, 不理解 14 耳, 注意力分散 1 耳。

### 3 讨论

视觉强化测听在低龄儿童听阈评估<sup>[3-4]</sup>及助听设备增益调试<sup>[5]</sup>等方面发挥着重要作用, 是临床不可或缺的儿童听力评估方法<sup>[6]</sup>。为有效、快速建立条件反射, 测试者需提前向家长询问就诊儿童病史, 初步了解病情及听力情况<sup>[7]</sup>。同时要对整个测试过程进行把控和评估, 时刻关注儿童的心理状

态、注意力,根据儿童主观表现进行客观的评价。本研究结果显示视觉强化测听儿童主观表现“好”的比例随年龄增长逐步上升至 2 岁时达到高峰,2 岁之后随年龄增长而下降,与以往研究<sup>[8-9]</sup>相当。游戏测听可评估儿童听阈及助听听阈<sup>[10]</sup>,为儿童进行主观听力评估,应用时要结合儿童的听力损失情况及身心问题。测试者应注意观察儿童的主观表现和反馈,掌控全局并对测试结果做出客观评价。本研究示游戏测听随着儿童年龄增长主观表现越来越好,4~5 岁时表现最好。在各级听力损失中,无论是视觉强化测听还是游戏测听,儿童主观表现“好”的比例最高,整体配合较好。

行为测听是对整个听觉通路的测试,属于心理物理测试方法,在儿童听力评估及保健方面发挥着重要作用。但在测试过程中会受到儿童年龄、交往能力、心理认知、言语发育、智力及理解力、听力损失程度<sup>[11-12]</sup>等因素的影响。本研究示“未完成”儿童的年龄主要集中在 1~3 岁,原因为不合作、哭闹、拒戴耳机、疲劳等。临床测试中的常见问题有:儿童拒绝与测试人员配合、对家长过度依赖、对测试方法不感兴趣、不理解测试内容<sup>[7]</sup>等。对此,应根据实际情况选择合适的测试方法、玩具、材料等。除常规发光、发声玩具外可采用新颖游戏<sup>[13]</sup>、更换耳机<sup>[14]</sup>(如采用插入式耳机)等方法。应根据儿童个体身心特点适时调整、掌握有效的测试方法<sup>[15]</sup>,将误差降至最小<sup>[16]</sup>,如对于胆怯的儿童应积极鼓励并对家长进行宣教,让家长配合引导,共同完成测试。对于易疲劳的儿童可中场休憩,使其放松身心、缓解紧张疲劳以保证心情愉悦后再进行有效的测试。

综上,行为测听有助于评估儿童的主观听力,儿童主观表现整体较好。儿童主观表现最好的年龄在视觉强化测听中为 2 岁,在游戏测听中为 4~5 岁。未完成测试者主要为 1~3 岁儿童,原因为不合作、哭闹、拒戴耳机等。在临床工作中应结合低龄儿童的身心特点,采用或开发更加新颖而又有吸引力的测试材料及方法。

**利益冲突** 所有作者均声明不存在利益冲突

#### 参考文献

[1] 王秋菊. 新生儿听力与基因联合筛查 330 问[M]. 北京:人民卫生出版社,2021:98-102.  
[2] Chadha S, Kamenov K, Cieza A. The world report on hearing, 2021[J]. Bull World Health Organ, 2021, 99(4):242-242A.

[3] Baldwin SM, Gajewski BJ, Widen JE. An evaluation of the cross-check principle using visual reinforcement audiometry, otoacoustic emissions, and tympanometry [J]. J Am Acad Audiol, 2010, 21(3):187-196.  
[4] Talbott CB. A longitudinal study comparing responses of hearing-impaired infants to pure tones using visual reinforcement and play audiometry [J]. Ear Hear, 1987, 8(3):175-179.  
[5] Hughes ML, Goehring JL, Sevier JD, et al. Measuring Sound-Processor Thresholds for Pediatric Cochlear Implant Recipients Using Visual Reinforcement Audiometry via Telepractice [J]. J Speech Lang Hear Res, 2018, 61(8):2115-2125.  
[6] 陈建勇, 杨军. 婴幼儿听力损失评估国际共识 [J]. 临床耳鼻咽喉头颈外科杂志, 2018, 32(12):886-890.  
[7] 丁海娜, 兰兰, 冀飞. 小儿行为测听中的影响因素及应对策略 [J]. 中国听力语言康复科学杂志, 2021, 19(1):72-74.  
[8] Thompson G, Thompson M, McCall A. Strategies for increasing response behavior of 1-and 2-year-old children during visual reinforcement audiometry (VRA) [J]. Ear Hear, 1992, 13(4):236-240.  
[9] Vieira EP, Azevedo MF. [Visual reinforcement audiometry with different sound stimuli in children] [J]. Pro Fono, 2007, 19(2):185-194.  
[10] 陈淑飞. 小儿行为测听在人工耳蜗植入术后调试中的临床效果观察 [J]. 中国妇幼保健, 2018, 33(21):4913-4915.  
[11] Morimoto N, Masuda S, Aso S, et al. The time required for play audiometry in children affected by age and developmental level (Article) [J]. J Otolaryngol Japan, 2019, 122(9):1221-1228.  
[12] 刘莎. 小儿行为测听(2) [J]. 听力学及言语疾病杂志, 2014, 22(5):557-558.  
[13] Yeung J, Javidnia H, Heley S, et al. The new age of play audiometry: prospective validation testing of an iPad-based play audiometer [J]. J Otolaryngol Head Neck Surg, 2013, 42(1):21.  
[14] Weiss AD, Karzon RK, Ead B, et al. Efficacy of earphones for 12-to 24-month-old children during visual reinforcement audiometry [J]. Int J Audiol, 2016, 55(4):248-253.  
[15] 刘莎, 董瑞娟. 小儿行为测听(9) [J]. 听力学及言语疾病杂志, 2018, 26(1):108-110.  
[16] 谢雯, 刘月辉, 段茂利. 小儿行为测听现状及研究进展 [J]. 中华耳科学杂志, 2020, 18(5):947-952.

(收稿日期:2022-11-29)