

doi: 10.3969/j.issn.1672-4933.2026.04.007

学龄前听障儿童视听情绪整合能力研究进展

Research Progress on Audiovisual Emotion Integration in Preschool Children
with Hearing Impairment

李凡¹ 卢薇¹ 肖永涛²

LI Fan, LU Wei, XIAO Yong-tao

【摘要】 学龄前期是视听情绪整合能力发展的关键阶段,听障儿童存在显著缺陷,影响其社会交往与心理健康。本文系统综述了学龄前听障儿童视听情绪整合能力研究进展。阐述了能力缺陷的理论与神经机制,涉及最大似然估计模型下的非典型权重分配,以及杏仁核、岛叶皮层及前额叶——顶叶网络的功能与连接异常。总结了研究现状,声音情绪感知存在显著困难;面孔情绪感知存在缺陷、增强或无差异等不同观点;视听情绪整合在一致条件下呈现补偿效应,在不一致条件下表现出整合冲突。进一步分析了助听方式、噪声类型、情绪类型及个体差异与发展性因素。总结了现有研究的不足并展望未来,以期为该领域发展提供参考。

【关键词】 听障儿童;视听情绪整合;情绪感知;多感官整合;康复干预

【中图分类号】 R494

【文献标识码】 A

【文章编号】 1672-4933(2026)04-0364-04

【Abstract】 The preschool years represent a critical period for the development of audiovisual emotion integration, and children with hearing impairment exhibit deficits in this ability, which may negatively affect their social interaction and mental health. This article provides a systematic review of research progress on audiovisual emotion integration in preschool children with hearing impairment. First, it discusses the theoretical and neural underpinnings of this deficit, including atypical weight allocation under the maximum likelihood estimation model, as well as functional and connectivity abnormalities in the amygdala, insular cortex, and prefrontal-parietal networks. Second, it summarizes the current state of research: significant difficulties in vocal emotion perception; divergent findings regarding facial emotion perception, including deficits, enhancement, or no difference; and, in audiovisual emotion integration, a compensatory effect under congruent conditions and an integration conflict under incongruent conditions. Furthermore, key influencing factors are analyzed, including type of hearing device, noise type, emotion type, and individual developmental factors. Finally, the article identifies limitations of existing studies and suggests directions for future research, aiming to serve as a reference for further development in this field.

【Key words】 Hearing-impaired children; Audiovisual emotion integration; Emotion perception; Multisensory integration; Rehabilitation intervention

听障儿童是指因各种原因导致双耳听力丧失或听觉障碍,无法听到或听不清楚周围声音的儿童^[1]。我国听力残疾人口数量居世界首位,每年新诊断听障儿童约2~3万^[2]。在“健康中国”战略框架下,听障儿童的沟通健康与社会参与能力建设成为不容忽视的重要议题。

视听情绪整合是指个体整合视觉通道(面孔表情)和听觉通道(声音韵律)的情绪线索,以推断他人情绪状态的能力,对人类的生存和进化具有重大意义^[3]。听障儿童存在视听情绪整合能力缺陷^[4,5]。尽管助听技术在一定

程度上改善了其听觉感知,但在准确识别与整合来自声音和面孔的情绪线索方面,仍落后于健听儿童。长期的听觉信息输入不足,可能导致其过度依赖视觉线索,形成片面的情绪认知^[6],进而影响其心理健康与全面发展。

学龄前期(3~6岁)是儿童视听情绪整合能力发展的关键时期,也是听障儿童康复的黄金时期。在此阶段,听觉输入对儿童言语及高级认知功能具有重要影响^[7]。因此,系统梳理学龄前听障儿童视听情绪整合能力的发展特征,深入探讨其背后的认知神经机制,厘清不同助听方

基金项目:浙江省尖兵领雁计划项目“基于高灵敏度声学传感器的全植入式人工听觉假体研发”(2025C01108);浙江中医药大学重点支撑计划项目“人工耳蜗术后儿童情绪韵律特征及干预策略研究”(2023JKZDZC09)

作者单位:1 浙江中医药大学附属康复医院(浙江康复医疗中心) 杭州 310053

2 浙江中医药大学医学技术与信息工程学院 杭州 310053

作者简介:李凡 硕士;研究方向:听力与言语康复

通讯作者:肖永涛,E-mail:20131011@zcmu.edu.cn

式、噪声类型、情绪类型以及个体差异与发展性因素对其的影响,对于构建精准的康复干预体系,促进听障儿童社会融入与心理健康,具有重要的理论价值与实践意义。本文旨在对该领域研究进展进行系统综述。

1 视听情绪整合的理论框架与神经机制

1.1 视听情绪整合的理论基础

在多感官整合研究中,冗余信号效应表明,当同一事件的信息通过多个感觉通道同时呈现时,个体对信息的处理效率与准确性均显著高于单通道条件^[8]。视听情绪整合正是这一效应的典型体现,面孔表情与声音韵律提供的多重线索相互印证、彼此补充,共同提升了情绪识别的准确性与效率。然而,不同感觉通道信息在可靠性上并不一致,最大似然估计模型揭示了大脑进行多感官整合的核心算法,即各通道的可靠性决定了其在最终知觉判断中所占的权重,通道越可靠,权重越大,大脑会根据各感觉通道的可靠性,动态分配权重以实现最优整合^[9]。对于听障儿童而言,其听觉通道因外周损伤,可靠性显著降低,根据最大似然估计模型预测,听障儿童大脑加工情绪信息时将自动降低听觉通道的权重,同时相对提升视觉通道的权重,这种非典型的权重再分配,构成了听障儿童视听情绪整合缺陷的认知根源。

1.2 视听情绪整合的神经机制

视听情绪整合过程依赖从初级感觉皮层到高级联合皮层的广泛脑网络。听力损失导致的听觉剥夺会重塑这一网络的神经基础,从而影响听障儿童的视听情绪整合能力。

1.2.1 杏仁核作为情绪感知的重要结构^[10,11],接收并处理来自丘脑的感觉输入后,对情绪视觉、听觉等线索做出快速处理评估^[10]。听力损失可能导致杏仁核发生功能或结构改变,从而损害其视听情绪整合能力^[12]。功能性磁共振成像研究进一步证实,听障个体在加工情绪刺激时,杏仁核与听觉皮层之间的功能连接减弱,可能损害其跨通道情绪信息整合^[12]。

1.2.2 岛叶皮层是多模态感觉整合的重要枢纽,促进情绪、认知和其他高级过程^[13]。听力损失导致岛叶与听觉皮层连接受损,进而影响感觉统合与情绪认知处理。这一现象在突发性聋、耳鸣和单侧听力损失患者中已得到验证^[14]。对先天性听障儿童而言,岛叶可能发生跨模态功能重塑,表现为与听觉皮层连接减弱,与视觉皮层连接增强^[15]。

1.2.3 前额叶与顶叶视听情绪整合,特别是处理视听不一致的冲突信息时,需要前额叶、顶叶等高级认知脑区参与注意分配与抑制控制^[1]。听障儿童情绪加工时脑区

活跃度较低,导致注意涣散、面部细微特征捕捉不足及情感语义理解受限^[16]。此外,其左右脑的功能分工不明确,也可能影响面部情绪识别^[1]。

2 听障儿童视听研究现状

2.1 声音情绪感知研究现状

听障儿童存在声音情绪感知困难,难以准确识别语音中的情绪信息^[17]。即使接受助听干预,其效果仍有限^[18]。助听器虽能够改善言语清晰度,但并未显著提升儿童的声音情绪感知水平^[17]。人工耳蜗虽有助于理解语音内容,但在处理精细的音高和时间结构方面存在不足^[19]。双模式干预的表现可能更优,但相关研究尚不足^[20]。

2.2 面孔情绪感知研究现状

关于听障儿童的面孔情绪感知,目前存在3种不同观点。缺陷假说认为听障群体因为缺乏听觉线索,导致其在面部情绪识别上存在困难^[21,22]。多数研究支持此观点,尤其在识别消极表情方面。即使到了5岁,听障儿童仍可能难以识别恐惧情绪^[5]。增强假说认为听障个体因视觉依赖增强而发展出优势^[1],其听觉受损可能导致多感官整合能力的变化,使其更依赖视觉感知模式和非语言线索进行情绪识别与表达^[1]。在严格控制其他变量的情况下,听障儿童与健听儿童在面部表情识别方面并无显著差异^[23]。这可能与听力损失程度、干预时机、认知能力等个体差异及实验材料有关。

2.3 听障儿童视听情绪整合能力研究现状

听障儿童的视听情绪整合能力普遍落后于同龄健听儿童^[4,5]。在视听一致条件下,其可利用冗余的视觉信息补偿听觉缺陷,产生视听情绪整合优势^[24]。但此补偿效应常不完全,表现仍然不及健听儿童^[25]。在视听不一致条件下,其表现更差,倾向于过度依赖视觉线索,难以协调冲突信息。这种视听一致补偿、视听不一致冲突的特征,是其视听情绪整合能力的核心表现。听障儿童视听情绪整合能力的具体表现并非一成不变,而是受多种因素系统调节,本文聚焦于助听方式、噪声类型及个体差异与发展性因素3方面进行论述。

3 听障儿童视听情绪整合能力的影响因素

3.1 助听方式

3.1.1 人工耳蜗 关于人工耳蜗植入儿童的视听情绪整合能力研究现有证据尚存分歧。部分研究未发现其表现出视听情绪整合优势^[26],而有研究表明其仍然能够从多模态信息中获益^[27]。学界较为一致的共识是人工耳蜗植入儿童在处理视听不一致的冲突信息时,需要付出比健听儿童更多的认知努力^[28],其反应时延长,错误率增

高,表明冲突解决过程的效率较低。提示其听觉通道的可靠性虽然通过植入人工耳蜗有所提升,但仍然不足以有效平衡其发育过程中形成的视觉主导倾向。

3.1.2 助听器 配戴助听器儿童难以有效整合跨通道信息以获得感知增益^[25]。造成这一困境的原因包括:助听器处理后的声音信号在传递情绪所需的声学特征方面仍显不足,导致听觉情绪线索可靠性较低,大脑因此更倾向于依赖视觉信息,从而限制了整合能力提升。此外,助听器的压缩放大技术可能改变声音的时序特征,干扰视听时间绑定的精确性^[29],而时间同步性是视听整合的基本前提。

3.1.3 双模式 双模式干预在理论上具备优势,可通过整合电刺激与声刺激的优势,提供更完整的频谱信息,从而更有效地提升听觉通道的可靠性。双模式干预者的视听情绪整合能力优于单一人工耳蜗用户^[30],尤其在噪声环境下,双模式干预者能够利用对侧助听器提供的低频信息,更有效地分离目标语音,为视听情绪整合保留更多认知资源^[31]。相关研究较少,且缺乏对视听不一致条件下表现的系统探究。

3.2 噪声类型

在背景噪声下,视听情绪整合的作用尤为突出^[32,33]。视觉信息对听觉的补偿效应在噪声中被放大,因此探讨噪声条件下的视听情绪整合能力更具有生态效度。背景噪声对听障儿童构成了多重挑战。首先,噪声会掩蔽目标语音中承载情绪线索的精细声学特征,增加感知难度^[7];其次,噪声迫使大脑投入更多的认知资源进行听觉场景分析,加重认知负荷,挤占原本可用于情绪整合的有限神经资源。对于听障儿童而言,其有限的认知资源本就需应对听觉感知的额外负担,噪声条件下的资源竞争更为剧烈。不同类型噪声的影响可能存在差异。如多人谈话白噪声,因其频谱特征和掩蔽机制不同,可能产生差异化影响^[34]。目前,该领域研究仍较为匮乏。听障儿童可能难以从噪声的时域波动中获益,相关机制有待进一步探究。

3.3 情绪类型

不同情绪类型在声学参数和视觉特征上存在差异,可能导致听障儿童对不同情绪的视听整合能力呈现非均衡性特征。在声学层面,不同类型情绪具有独特的声学特征。愤怒情绪通常表现为较高的平均基频、较大的基频变异和更强的音强;高兴情绪则呈现较高的基频和较快的语速;平静情绪的基频相对稳定、音强较低^[35]。在视觉层面,愤怒情绪通常伴随着皱眉、瞪眼等动作,高兴情绪则表现为嘴角上扬、眼周收缩等^[36]。这些特征差异通过影响信息的可感知性与可整合性,进而调节视听情绪

整合表现。

听障儿童对某些情绪的识别可能优于其他情绪,其对愤怒情绪的识别准确率高于对悲伤和恐惧^[37],可能与愤怒情绪的声学特征更鲜明、更易被感知有关。陶仁霞等^[38]对3~6岁双模式与人工耳蜗植入儿童研究发现,其情感语调的正确率排序均为愤怒>难过>高兴,与听障儿童对消极情绪的识别优于积极情绪的观点一致^[26]。

3.4 个体差异与发展性因素

听障儿童的视听情绪整合能力还受个体差异与发展性因素的综合影响。首先,听力损失程度与之密切相关^[39]。其次,干预时机与后续听觉经验至关重要,早期干预与丰富的听觉输入有助于促进神经可塑性与听觉皮层发育^[40]。3岁前接受干预的儿童视听情绪整合能力显著优于3岁后干预者^[41]。此外,高质量的社会语言环境为情绪感知能力的发展提供了不可或缺的学习情境^[42]。认知因素同样扮演重要角色,工作记忆容量较高的听障儿童在噪声环境下的视听情绪整合表现更佳,能够更有效地利用视觉信息补偿听觉缺陷^[43,44]。这些因素相互交织,共同塑造了听障儿童独特的视听情绪整合能力发展轨迹。

4 总结与展望

学龄前听障儿童普遍存在视听情绪整合能力缺陷。其在声音情绪感知方面存在显著困难,在面孔情绪感知上却表现不一,核心的挑战在于无法有效整合视听双通道情绪信息,以获取感知增益。不同助听方式、噪声类型、情绪类型以及个体差异等因素共同影响其视听情绪整合能力的表现。

尽管该领域已取得一定进展,但仍然存在不足,未来研究可从以下方向深入探索:首先,评估范式需要系统化。现有研究多局限于单一通道或仅考察视听一致条件,无法全面揭示听障儿童视听情绪整合能力的特征。未来应系统整合视觉、听觉、视听一致、视听不一致通道的多种感觉通道条件,构建完整的评估范式。其次,研究条件需要生态化。日常社交中的视听情绪整合几乎在噪声背景下发生,而现有研究多在安静环境下进行,未来研究可引入多种类型与不同信噪比水平的背景噪声,考察噪声类型的影响机制,突破静态的呈现方式,采用动态视频材料及半交互式情境,提升研究的生态效度。最后,干预研究有待拓展。当前研究的描述性发现尚未转化为有效的康复方案。未来研究应靶向听障儿童视听情绪整合的核心缺陷,即视听不一致条件下的冲突解决能力。同时,干预效果可运用准确率、反应时等行为学指标,结合

失匹配负波、P300等神经机制层面指标加以验证,阐明训练所致的神经可塑性改变。最终目标是将视听情绪整合训练纳入听障儿童康复的常规体系,进一步提升听障儿童的视听情绪整合能力及社会交往技能。

参考文献

- [1] 邓婷,罗丹娜,陶云,等. 听力障碍儿童情绪能力干预研究进展[J]. 中国学校卫生,2022,43(1): 146-150,155.
- [2] Liu M, Xie Q, He X, et al. Epidemiology and audiologic characteristics of neonatal hearing loss: A cross-sectional study[J]. PLOS One, 2025, 20(9): e0332612.
- [3] Liang J, Li Y, Zhang Z, et al. Sound gaps boost emotional audiovisual integration independent of attention: Evidence from an ERP study[J]. Biological Psychology, 2022, 168: 108246.
- [4] Wang H, Wang Y, Hu Y. Emotional understanding in children with a cochlear implant[J]. Journal of Deaf Studies and Deaf Education, 2019, 24(2): 65-73.
- [5] 马谐,邓婷,陶云. 听障儿童情绪能力发展的研究进展[J]. 中国学校卫生,2021,42(12): 1912-1916.
- [6] 王钧琿. 基于脑电微状态与功能脑网络的听障者情感识别研究[D]. 天津: 天津理工大学,2024.
- [7] Kral A, Sharma A. Developmental neuroplasticity after cochlear implantation[J]. Trends in Neurosciences, 2012, 35(2): 111-122.
- [8] Aijun W, Jie H, Danna Z, et al. Stimulus similarity modulates sensory dominance effects in cross-modal conflicts[J]. Acta Psychologica Sinica, 2026, 58(4): 571-571.
- [9] De Boer MJ, Jürgens T, Cornelissen FW, et al. Degraded visual and auditory input individually impair audiovisual emotion recognition from speech-like stimuli, but no evidence for an exacerbated effect from combined degradation[J]. Vision Research, 2021, 180: 51-62.
- [10] Gerdes ABM, Wieser MJ, Alpers GW. Emotional pictures and sounds: a review of multimodal interactions of emotion cues in multiple domains[J]. Frontiers in psychology, 2014, 5: 1351.
- [11] Sharma KK. Amygdala-prefrontal circuits implicated in expression perception[D]. ProQuest Dissertations & Theses, 2022.
- [12] Arias SP, Hall L, Saitovitch A, et al. Pupil dilation reflects the dynamic integration of audiovisual emotional speech[J]. Scientific Reports, 2023, 13(1): 5507.
- [13] 董海斌. 基于视听觉模态的情感语音表征机制研究[D]. 天津: 天津大学,2020.
- [14] Yang M, Chen HJ, Liu B, et al. Brain structural and functional alterations in patients with unilateral hearing loss[J]. Hearing Research, 2014, 316: 37-43.
- [15] Li J, Xiong B, Chen S, et al. Cross brain reshaping in congenital visual or hearing impairment: Triple-network dysfunction[J]. Brain Communications, 2025, 7(2): eaf150.
- [16] 陈琼. 情绪对听障儿童抑制控制影响的脑电研究[D]. 开封: 河南大学,2018.
- [17] De Boer MJ, Jürgens T, Başkent D, et al. Auditory and visual integration for emotion recognition and compensation for degraded signals are preserved with age[J]. Trends in Hearing, 2021, 25: 23312165211045306.
- [18] Nagels L, Gaudrain E, Vickers D, et al. Development of vocal emotion recognition in school-age children: The EmoHI test for hearing-impaired populations[J]. PeerJ, 2020, 8: e8773.
- [19] Jiam NT, Caldwell M, Deroche ML, et al. Voice emotion perception and production in cochlear implant users[J]. Hearing Research, 2017, 352: 30-39.
- [20] Xia Y, Ren L, Zhang X, et al. Effects of hearing aids on Mandarin voice emotion recognition with bimodal listeners[J]. Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 2025, 68(8): 4139-4157.
- [21] Sidera F, Morgan G, Serrat E. Understanding pretend emotions in children who are deaf and hard of hearing[J]. Journal of Deaf Studies and Deaf Education, 2020, 25(2): 141-152.
- [22] Wieferrink CH, Rieffe C, Ketelaar L, et al. Emotion understanding in deaf children with a cochlear implant[J]. Journal of Deaf Studies and Deaf Education, 2013, 18(2): 175-186.
- [23] Hao J, Su Y. Deaf children's use of clear visual cues in mindreading[J]. Research in Developmental Disabilities, 2014, 35(11): 2849-2857.
- [24] Li Y, Li Z, Deng A, et al. The modulation of exogenous attention on emotional audiovisual integration[J]. i-Perception, 2021, 12(3): 20416695211018714.
- [25] Most T, Aviner C. Auditory, visual, and auditory-visual perception of emotions by individuals with cochlear implants, hearing AIDS, and normal hearing[J]. Journal of Deaf Studies and Deaf Education, 2009, 14(4): 449-464.
- [26] Most T, Michaelis H. Auditory, visual, and auditory-visual perceptions of emotions by young children with hearing loss versus children with normal hearing[J]. Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 2012, 55(4): 1148-1162.
- [27] Fengler I, Nava E, Villwock AK, et al. Multisensory emotion perception in congenitally, early, and late deaf CI users[J]. PLOS One, 2017, 12(10): e0185821.
- [28] Von Eiff CI, Frühholz S, Korth D, et al. Crossmodal benefits to vocal emotion perception in cochlear implant users[J]. iScience, 2022, 25(12): 105711.
- [29] Orf M, Hannemann R, Obleser J. Does amplitude compression help or hinder attentional neural speech tracking?[J]. Journal of Neuroscience, 2025, 45(11): e0238-24.2024.
- [30] Most T, Gaon-Sivan G, Shpak T, et al. Contribution of a contralateral hearing aid to perception of consonant voicing, intonation, and emotional state in adult cochlear implantees[J]. Journal of Deaf Studies and Deaf Education, 2012, 17(2): 244-258.
- [31] Stenfelt S, Jalalkamali H, Surendran S. Enhanced interaural separation improves spatial release from masking in bilateral bone conduction hearing[J]. Frontiers in Audiology and Otology, 2026, 4.
- [32] Gao C, Wedell DH, Shinkareva SV. Evaluating non-affective cross-modal congruence effects on emotion perception[J]. Cognition & Emotion, 2021, 35(8): 1634-1651.
- [33] Kiss L, Linnell KJ. The role of mood and arousal in the effect of background music on attentional state and performance during a sustained attention task[J]. Scientific Reports, 2024, 14(1): 9485.

(下转 376 页)