Modern Practical Medicine, January 2025, Vol. 37, No. 1

·专家论坛·

单侧耳聋的治疗研究进展

袁喆晨，胡益，黄钧涛，沈毅

doi:10.3969/j.issn.1671-0800.2025.01.002

【中图分类号】 R764.43 【文献标志码】 C 【文章编号】 1671-0800(2025)01-0006-04

单侧耳聋（single-sided deafness，SSD）是一类特殊的不对称性听力损失[1-2]，不仅影响患者对声音的感知，还严重影响其声源定位和在嘈杂环境中的言语识别能力，导致患者生活质量明显下降。报道显示，SSD 发病率为 3.0%～ 9.3% [3-5]，其中新生儿为 0.4‰～ 34‰，学龄期儿童为 3%～ 6%，青少年则增至 15%，并呈逐渐上升趋势[6]。SSD 可分为先天性和获得性两大类。先天性 SSD 可由蜗神经发育不良（cochlear nerve deficiency，CND）、巨细胞病毒感染、腮腺炎或内耳结构畸形等病因所致，部分病例可因遗传因素（如 Waardenburg 综合征）引起[7]。获得性 SSD 常见病因为单侧突发性耳聋，其他原因还可包括头部外伤、听神经瘤、梅尼埃病、迷路炎、耳毒性药物、病毒感染、噪声性聋和老年性聋等[8]。目前，SSD 常见治疗方式包括佩戴信号对传式（contralateral routing signal，CROS）助听器、骨导助听器（bone conducted hearing aids，BCD）及人工耳蜗植入（cochlear implant，CI）等，然而国内目前尚缺乏统一的 SSD 治疗指南或专家共识。

1 SSD 的危害

1.1 双耳听觉优势缺失 双耳听觉功能包括声源定位、头影效应、静噪效应和响度总合效应[1]。正常听觉条件下，声音到达双耳的耳间时间差（interaural time difference，ITD）和耳间强度差（interaural level difference，ILD）有助于人们对声源位置和运动速度的判断[9]。其次，头影效应可因头部屏障作用使声音强度平均下降 6.4 dB，对于高频音的声衰减尤为明显，从而影响患者感知。此外，双耳静噪效应可通过抑制背景噪声而提高目标声音的清晰度[10]，响度总合效应则可通过双耳信号整合而增强整体响度，两种效应均可提升患者在嘈杂环境中的语言理解能力。SSD 患者丧失了上述优势，导致声源定位、高频声音感知及语言理解能力受限，在嘈杂环境中的交流难度也随之增加。

1.2 影响言语和认知 SSD 对儿童的言语和认知发育可产生显著影响。研究显示，与同龄人相比较，SSD 患儿在听力、言语和认知方面能力均较落后，甚至可发生注意力缺陷和行为问题[11-12]。此外，其智力发育也可能因此受限。发育延迟使患儿在日常生活和学习中面临更大挑战。

1.3 影响神经系统 SSD 对神经系统的影响复杂且呈多维度，包括听觉通路弱化、跨模态重组、单侧听觉剥夺、以及影响认知、心理和情绪。耳聋侧听觉通路弱化包括耳蜗核、上橄榄和下丘的连接减少，神经元数量和体积下降，以及树突形态改变[13]。此类退化不仅影响听觉中枢功能，还可导致记忆力和理解力退化。此外，听力受损后，大脑可通过跨模态重组进行代偿性调整，在整合感官功能同时进行适应性变化[14]。研究已证实，长期单侧感音神经性聋患者听觉中枢可发生偏侧性[14]，此为大脑对双耳长期信息输入不对称的代偿机制。然而，长期听觉剥夺可影响听觉通路发育完整性，导致听觉中枢系统退化，该现象称为迟发性听觉功能剥夺[15]。

此外，SSD 对儿童认知、心理和情绪也有一定影

基金项目： 浙江省自然科学基金（LY23H130001）；浙江省医药卫生科技计划项目（2022KY1086）；宁波市科技计划项目（2022J260、2021S170）

作者单位： 315010 宁波，宁波市第二医院（袁喆晨）；宁波市医疗中心李惠利医院（胡益、黄钧涛）；宁波大学附属第一医院（沈毅）；宁波大学医学部（沈毅）

通信作者： 沈毅，医学博士、主任医师、教授、博士研究生导师。浙江省医学会耳鼻咽喉头颈外科学分会常务委员，宁波市医学会耳鼻咽喉头颈外科分会主任委员。Email：tyzdhs@163.com

响。大量研究已证实，SSD患儿存在言语发育延迟、注意力差等问题[16]。听觉和语言障碍增加了其挫败感与被排斥感，患儿更容易出现行为问题，有时甚至可伴有自卑情绪。

2 SSD的治疗

2.1 干预方式

2.1.1 CROS助听器 CROS助听器具有无创、使用简便及价格适中的优点，能有效消除患耳头影效应影响，增强听觉能力和声音信噪比（signal to noise ratio，SNR）[17]，是SSD患者首选治疗方法。对于不对称性听力损失（asymmetric hearing loss，AHL）患者，当对侧耳也存在轻度至中度听力损失时，也可使用双耳CROS助听器[18]，在接收信号同时可提供额外放大功能。CROS助听器缺点包括背景噪声、电磁干扰，且不能改善声源定位能力。

2.1.2 BCD助听器 BCD助听器可分为非植入式和植入式，后者又可分为穿皮植入式和经皮植入式，其中经皮植入式BCD近年来又形成被动经皮植入和主动经皮植入式两类。穿皮植入式BCD（如科利耳BAHA®和奥迪康Ponto®）为第一代BCD助听器，美国食品药品监督管理局（FDA）在2002年准许其用于治疗5岁以上的SSD患者，通过其植入颅骨的骨导振动装置传递声能振动，传声效能高，但可导致皮肤炎症、感染反应、骨融合不良及植入体脱落等并发症，也不能改善声源定位能力[19]。

经皮植入式BCD是新一代BCD助听器，包括体外机和体内植入体两部分。其无皮肤创面，且美观、使用便捷和易于护理，并可避免感染和植入体脱落风险。缺点包括需要手术、局部皮肤疼痛和压迫感。此外，被动经皮植入式BCD（如科利耳BAHA® Attract和美敦力Sophono®）声波振幅衰减明显，其高频声强衰减可达25 dB，而被动经皮植入式BCD（如MED-EL Bonebridge、科利耳Osia®）则可避免经皮声振衰减。

与CROS助听器相比较，BCD助听器在嘈杂和安静环境中声音辨别能力更佳。Mertens等[20]一项前瞻性研究比较了BCD与CROS助听器在17名SSD患者中的疗效，结果显示70%患者认为BCD助听器疗效更佳，尤其在嘈杂环境中其声源定位能力获得了显著改善。BCD能有效消除头影效应、增强患耳声音感知能力，但无法重建双耳听觉。然而，患者对BCD助听器的接受度仍较低。Luo等[21]测试了牙骨导助听器治疗SSD的疗效，结果表明患者噪音环境下的言语识别率和生活质量均有显著改善。Chandrasekar等[22]研究证实了，美观和社会接受度仍是患者不愿使用BCD助听器的主要原因。此外，佩戴不适感、音质欠佳以及主观听力障碍也是患者不愿使用BCD助听器的因素。

2.1.3 CI CI的作用涉及大脑对声信号的适应和整合。Glennon等[23]报道了CI术后疗效与大脑蓝斑核活性相关，该区域神经元能合成并释放去甲肾上腺素，以调节多种神经网络的结构与功能，大脑“重连”能力成为了该过程的关键。美国FDA于2019年准许CI用于治疗5岁以上的SSD患者。与CROS和BCD助听器相比，CI是目前唯一能为患耳提供听觉功能并实现双耳聆听的疗法。多项研究表明，CI能有效缓解耳鸣、增强听力与声源定位能力，从而提高患者生活质量[24]。然而，CI疗效与耳蜗神经完整性密切相关[25]，故对于CND病例，应谨慎将CI作为治疗选项。此外，语前聋患者的CI研究资料目前仍较缺乏，其声源定位能力也存有偏差，CI抑制耳鸣的具体机制也尚不明了[26]，CI手术风险与较高治疗费用也是患者不愿接受该治疗的主要原因。

2.2 不同人群干预方式的选择

2.2.1 成人SSD CROS助听器因其无创而在成人SSD患者中被广泛应用，但对于伴有耳鸣的患者，其治疗效果较为有限，并可影响患者生活质量，故应选择其他治疗方式[27]。

BCD助听器在改善患者听力方面表现优异，患者在噪音环境中言语感知能力可明显提升，尤其当聋耳SNR高于对侧耳时，可缓解头影效应并显著提高言语清晰度。然而BCD助听器的疗效具有一定异质性，其SNR改善范围从0.4～4.4 dB[28]，其临床意义目前尚未完全明了。对于接受CI植入的SSD患者，术后开机数周后，患者声源定位能力可显著改善，并在1年内维持稳定。一项长达5年的随访研究显示，患者CI术后其定位准确性和一致性可获进一步提升[29]，表明CI长期疗效确切。

2.2.2 儿童SSD 对于轻度和中度SSD患儿，佩戴

助听器通常是首选的无创治疗方法，但对于耳道狭窄或闭锁患儿，以及中耳炎长期流脓患儿，CROS 助听器疗效欠佳。此外，CROS 和 BCD 助听器无法为患儿提供真双耳聆听，SSD 所致的听觉剥夺可导致听觉皮层发生不可逆改变[21]。对于中度和重度 SSD 患儿，CI 已成为一种有效治疗选项，尤其在儿童听力干预中备受关注。CI 术后 SSD 儿童在安静和嘈杂环境中，其语言感知能力和声源定位精度均可获得显著提升。一项入组 119 名 SSD 患儿的研究也显示[30]，CI 术后患儿听力和主观感受度均可显著改善，这为 CI 改善 SSD 儿童双耳聆听提供了有力证据。

但是 SSD 患儿的 CI 手术时间目前尚存争议，一般认为应尽早干预以减少 SSD 对患儿的负面影响。研究表明，小于 3.2 岁是先天性 SSD 患儿行 CI 治疗的关键年龄，过晚植入可能导致疗效欠佳[31]。然而，文献也报道了较大年龄 SSD 患儿 CI 术后仍能在噪音环境下显著提升言语理解能力，这表明 CI 对不同年龄 SSD 患儿的言语识别和声源定位能力均有改善作用。

2.2.3 颞骨肿瘤 SSD 颞骨肿瘤所致 SSD 患者的治疗方法目前也有争议。此类患者治疗重点在于确保肿瘤根治性切除同时，尽可能保留或重建其听力。当前研究主要聚焦于前庭神经鞘瘤（vestibular schwannomas，VS）和副神经节瘤 SSD 患者治疗。

SSD 是 VS 患者的重要症状，但 CROS 和 BCD 助听器对此类患者的疗效目前缺少相关研究。对于伴有顽固耳鸣且蜗神经功能保留完好的 VS 患者，CI 是一种有效恢复真双耳聆听的方法。Conway 等[32]一项前瞻性研究表明，术中一期植入 CI 后，VS 患者在噪音环境下耳鸣症状显著缓解，言语辨别和声源定位能力也可显著改善。对于副神经节瘤 SSD 患者，保留外耳道解剖结构下切除肿瘤术后，可能发生感音神经性、传导性或混合性听力损失。传统助听器（如骨锚式助听器）对此类患者具有一些疗效，但对于伴有进行性听力损失且耳蜗结构保留完整的患者，CI 植入将是更加有效的方法。

3 总结

SSD 患者应首先完善检查和明确病因，其干预方案选择目前尚无统一指南。传统 CROS 和 BCD 助听器虽然能在一定程度改善声音感知，但无法重建真双耳聆听。CI 具有恢复真双耳聆听的独特优势，在语言理解、声源定位、耳鸣缓解以及生活质量提升等方面均具有良好疗效，但对于伴有 CND 患者，应谨慎选择 CI 治疗。临床上针对不同类型 SSD 患者，应根据患者具体情况而选择个体化治疗策略，从而获得最佳治疗效果。

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

参 考 文 献

[1] VAN DE HEYNING P, TAVORA-VIEIRA D, MERTENS G, et al. Towards a unified testing framework for single-sided deafness studies: A consensus paper[J]. Audiol Neurootol, 2016, 21(6): 391-398.

[2] YU J W. Understanding patient perspectives on single-sided deafness[J]. JAMA Otolaryngol Head Neck Surg, 2020, 146(10): 885-886.

[3] JUN H J, HWANG S Y, LEE S H, et al. The prevalence of hearing loss in South Korea: Data from a population-based study[J]. Laryngoscope, 2015, 125(3): 690-694.

[4] ROSS D S, VISSER S N, HOLSTRUM W J, et al. Highly variable population-based prevalence rates of unilateral hearing loss after the application of common case definitions[J]. Ear Hear, 2010, 31(1): 126-133.

[5] SHARGORODSKY J, CURHAN S G, CURHAN G C, et al. Change in prevalence of hearing loss in US adolescents[J]. JAMA, 2010, 304(7): 772-778.

[6] EISERMAN W D, HARTEL D M, SHISLER L, et al. Using otoacoustic emissions to screen for hearing loss in early childhood care settings[J]. Int J Pediatr Otorhinolaryngol, 2008, 72(4): 475-482.

[7] DEWYER N A, SMITH S, HERRMANN B, et al. Pediatric single-sided deafness: A review of prevalence, radiologic findings, and cochlear implant candidacy[J]. Ann Otol Rhinol Laryngol, 2022, 131(3): 233-238.

[8] OH S J, MAVROMMATIS M A, FAN C J, et al. Cochlear implantation in adults with single-sided deafness: A systematic review and meta-analysis[J]. Otolaryngol Head Neck Surg, 2023, 168(2): 131-142.

[9] KUMPIK D P, KING A J. A review of the effects of unilateral hearing loss on spatial hearing[J]. Hear Res, 2019, 372: 17-28.

[10] WESARG T, KUNTZ I, JUNG L, et al. Masked speech perception with bone conduction device, contralateral routing of signals hearing aid, and cochlear implant use in adults with single-sided deafness: A prospective hearing device comparison using a unified testing framework[J]. Audiol Neurootol, 2024, 29(4): 271-289.

[11] TAKEYAMA T, SHIMADA A, SAKAMOTO Y, et al. Development of receptive vocabulary and verbal intelligence in Japanese children with unilateral hearing loss[J]. Auris Nasus Larynx, 2022, 49(3): 335-341.

[12] WANG X M, CHEN J H, ZHANG R, et al. Assessment of auditory perception of children with single-sided deafness after cochlear implantation[J]. J Clin Otorhinolaryngol Head Neck Surg, 2024, 38(5): 436-441.

[13] GE X Y, XU C, DAI J S, et al. Bidirectional remodeling of the central auditory system caused by unilateral auditory deprivation[J]. Front Neurol, 2024, 15: 1414738.
[14] CHEN Y C, LI X W, LIU L J, et al. Tinnitus and hyperacusis involve hyperactivity and enhanced connectivity in auditory-limbic-arousal-cerebellar network[J]. Elife, 2015, 4: e06576.
[15] LIU J F, ZHOU M, HE X L, et al. Single-sided deafness and unilateral auditory deprivation in children: Current challenge of improving sound localization ability[J]. J Int Med Res, 2020, 48(1): 300060519896912.
[16] VAN WIERINGEN A, BOUDEWYNS A, SANGEN A, et al. Unilateral congenital hearing loss in children: Challenges and potentials[J]. Hear Res, 2019, 372: 29-41.
[17] HORWITZ A, BAR-SHACHAR Y, RAN-PELED D, et al. Sleep of mothers, fathers, and infants: a longitudinal study from pregnancy through 12 months[J]. Sleep, 2023, 46(9): zsad029.
[18] PIERZYCKI R H, EDMONDSON-JONES M, DAWES P, et al. Associations between hearing health and well-being in unilateral hearing impairment[J]. Ear Hear, 2021, 42(3): 520-530.
[19] COSTA J R, COSTA S, SOARES T, et al. Skin and soft tissue complications of bone-anchored hearing aids: Introducing a new classification system[J]. Acta Otorrinolaringol Esp, 2023, 74(2): 85-92.
[20] MERTENS G, GILLES A, BOUZEGTA R, et al. A prospective randomized crossover study in single sided deafness on the new non-invasive adhesive bone conduction hearing system[J]. Otol Neurotol,2018, 39(8): 940-949.
[21] LUO Q, SHEN Y, CHEN T, et al. Effects of SoundBite bone conduction hearing aids on speech recognition and quality of life in patients with single-sided deafness[J]. Neural Plast, 2020, 2020: 4106949.
[22] CHANDRASEKAR B, HOGG E S, PATEFIELD A, et al. Hearing outcomes in children with single sided deafness: Our experience at a tertiary paediatric otorhinolaryngology unit[J]. Int J Pediatr Otorhinolaryngol, 2023, 167: 111296.
[23] GLENNON E, VALTCHEVA S, ZHU A, et al. Locus coeruleus activity improves cochlear implant performance[J]. Nature, 2023, 613(7943): 317-323.
[24] FAN S W, ZHANG C, CHEN M, et al. The impact of cochlear implantation on quality of life and psychological status in single-sided deafness or asymmetric hearing loss with tinnitus and influencing factors of implantation intention: A preliminary study[J]. Eur Arch Otorhinolaryngol, 2024, 281(1): 95-105.
[25] DE SIATI R D, ROSENZWEIG F, GERSDORFF G, et al. Auditory neuropathy spectrum disorders: From diagnosis to treatment: Literature review and case reports[J]. J Clin Med, 2020, 9(4): 1074.
[26] 龙越,王伟,刘娇,等.双侧人工耳蜗植入者声源定位能力研究[J].听力学及言语疾病杂志,2023,31(3):232-236.
[27] BOJRAB D 2nd, HONG R S. The case for cochlear implantation in unilateral and asymmetric sensorineural hearing loss[J]. Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg, 2020, 28(5): 329-334.
[28] SALIBA I, NADER M E, EL FATA F, et al. Bone anchored hearing aid in single sided deafness: Outcome in right-handed patients[J]. Auris Nasus Larynx, 2011, 38(5): 570-576.
[29] THOMPSON N J, DILLON M T, BUSS E, et al. Long-term improvement in localization for cochlear implant users with single-sided deafness[J]. Laryngoscope, 2022, 132(12): 2453-2458.
[30] BENCHETRIT L, RONNER E A, ANNE S, et al. Cochlear implantation in children with single-sided deafness: A systematic review and meta-analysis[J]. JAMA Otolaryngol Head Neck Surg, 2021, 147(1): 58-69.
[31] RAUCH A K, ARNDT S, ASCHENDORFF A, et al. Long-term results of cochlear implantation in children with congenital single-sided deafness[J]. Eur Arch Otorhinolaryngol, 2021, 278(9): 3245-3255.
[32] CONWAY R M, TU N C, SIOSHANSI P C, et al. Early outcomes of simultaneous translabyrinthine resection and cochlear implantation[J]. Laryngoscope, 2021, 131(7): 2312-2317.

收稿日期:2024-12-10
(本文编辑:钟美春)