

doi: 10.3969/j.issn.1672-4933.2025.02.017

老年性聋患者的认知功能评估

Assessment of Cognitive Function in Patients with Age-related Hearing Loss

张多米 王凯

ZHANG Duo-mi, WANG Kai

【摘要】老年性聋又称年龄相关性听力损失(age-related hearing loss, ARHL),不仅是听觉功能下降的主要原因,还是认知功能减退和痴呆的重要危险因素,受到广泛关注。及时进行听觉干预(如配戴助听器或植入人工耳蜗)可显著延缓认知功能下降并降低痴呆风险。因此,对ARHL患者进行早期、准确的认知功能评估至关重要,能帮助识别潜在的认知障碍,并尽早开展干预。然而,对ARHL患者进行认知功能评估面临诸多挑战。传统认知测试往往依赖于听觉输入,若听力损失未得到充分补偿,受试者可能无法准确接收或理解测试指令,表现出“假性”认知功能减退,影响评估结果的准确性。鉴于此,本文系统回顾并比较了现有的认知评估工具,重点分析各工具在ARHL人群中的优缺点,以期为研究者及临床医生在选择及应用评估工具时提供循证依据。讨论了可能影响评估准确性的干扰因素,并提出改进策略,旨在为今后ARHL患者建立标准化、可比性的认知功能评估流程奠定基础,从而更好地量化和追踪听力干预手段对认知功能的长期影响。

【关键词】老年性聋;认知功能;评估工具

【中图分类号】 R764.43+6

【文献标识码】 A

【文章编号】 1672-4933(2025)02-0185-05

【Abstract】 Presbycusis also known as age-related hearing loss (ARHL), is not only a primary cause of auditory dysfunction but also a significant risk factor for cognitive decline and dementia. Timely hearing interventions, such as hearing aids and cochlear implants, have been shown to effectively slow cognitive deterioration and reduce the risk of dementia. Therefore, early and accurate cognitive assessment in ARHL patients is of critical importance, as it enables the prompt detection of potential cognitive impairment and timely intervention. Despite these advancements, several challenges remain in evaluating cognitive function among ARHL patients. Conventional cognitive tests often rely on auditory input, which may lead to "pseudo" cognitive deficits if hearing loss is inadequately compensated. This review systematically examines and compares major cognitive assessment tools, highlighting their advantages and limitations in ARHL populations. We also discuss critical confounding variables and propose practical strategies for improving assessment accuracy in clinical and research settings. By establishing standardized cognitive assessment protocols, this work aims to enhance the accuracy of cognitive evaluation and facilitate long-term tracking of the impact of hearing interventions on cognitive function, ultimately reducing dementia risk and improving quality of life in older adults.

【Key words】 ARHL; Cognitive function; Assessment tools

老年性聋又称年龄相关性听力损失(age-related hearing loss, ARHL),主要表现为双耳渐进性、高频听力下降为主的感音神经性听力损失,其患病率随年龄增长而不断升高^[1]。ARHL与轻度认知障碍(mild cognitive impairment, MCI)和痴呆的发生密切相关,涉及从神经生物学到心理社会因素等多重机制^[2]。此外,听力损失的程度越重,认知功能下降的风险越高^[3]。及时进行听觉干预(如验配助听器和植入人工耳蜗)可显著延缓认知功能下降,并降低痴呆风险^[4]。因此,对ARHL患者进行早期、准确的认知功能评估至关重要,能识别潜在的认知障碍,并尽早开展干预。

传统认知测试多依赖听觉指令或听觉刺激,如果听

力损失未得到充分补偿,受试者可能无法完整接收或理解测试指令,从而出现“假性”认知功能减退,导致评估结果失真。其次,ARHL患者常合并多种慢性疾病(高血压、糖尿病等),这些疾病可能干扰评估结果。此外,抑郁、焦虑等心理因素同样能影响老年人的认知测试表现。上述因素叠加时,进一步增加了评估的复杂性。

基于此,本文系统回顾并比较现有认知评估工具与方法,重点分析各工具在ARHL人群中的适用性、局限性及改进方向,为研究者及临床医生选择及应用评估工具提供循证参考。探讨影响评估准确性的干扰因素,并提出应对策略。为便于阐述,本研究将评估工具分为两类:其一是基于行为表现(如问卷、量表、口头或纸笔测试)的

基金项目:中国高校产学研创新基金“华通国康医学科研专项”(2023HT085)

作者单位:宁波大学医学部 宁波 315211

作者简介:张多米 硕士在读;研究方向:老年性聋

通讯作者:王凯, E-mail: Wangkai_nb1973@126.com

神经心理学评估工具,主要测试受试者在认知任务中的表现;其二是基于生理或影像学信号(如脑电、脑成像)的客观评估工具,客观记录并量化大脑活动特征和结构信息。

1 基于行为表现的评估工具

基于行为表现的评估工具通常通过问卷、量表或口头/纸笔测试形式,评估个体在认知任务中的实际表现。对ARHL患者而言,这些工具在评估记忆、注意力等认知功能方面具有较大优势,但易受听力损失、教育背景和心理因素干扰。代表性量表包括简易智能状态检查量表(mini-mental state examination, MMSE)、蒙特利尔认知评价量表(montreal cognitive assessment, MoCA)、可重复的成套神经心理状态测量表(repeatable battery for the assessment of neuropsychological status, RBANS)等。

1.1 简易智能状态检查量表(mini-mental state examination, MMSE)

MMSE由Folstein等^[5]1975年开发,是国内外应用广泛的认知筛查量表,具有操作简便和适用面广的特点。该表主要评估患者的事件与地点定向力、记忆力、注意力、计算力、语言能力、空间定向和执行能力,全量表共20题,总分30分,完成测试通常需10~15分钟。在普通人群中,MMSE对阿尔兹海默症(alzheimer's disease, AD)的筛查敏感度和特异度可达77.0%和89.9%^[6]。MMSE在识别早期MCI时的敏感性较低,其敏感性范围在不同研究中为13%~97%,特异性为60%~100%。这种广泛的波动表明MMSE在早期MCI筛查中的可靠性有限^[7]。在ARHL患者中,MMSE题目多采用口头指令形式,对听觉输入的依赖性较高,若患者无法准确听到或理解口头指令,易出现“假性”认知功能下降。此外,该量表中部分语言项目(如口头复述、听写等)对听觉和语言理解能力要求较高,一旦患者无法完整接收信息,可能被误判为认知水平偏低^[8]。与此同时,教育与文化背景的差异放大了听力损失带来的负面影响。在合并听力障碍的老年群体中,既存在高教育水平者的“天花板效应”,也可能出现低教育水平者的“地板效应”,从而加剧评估结果的偏差^[9]。

1.2 蒙特利尔认知评价量表(montreal cognitive assessment, MoCA)

MoCA由Nasreddine等^[10]于2004年制定,专门设计用于评估MCI,可对记忆、语言、视空间与执行能力、命名、抽象思维和注意力等多个认知领域进行综合评估。量表共14道题,总分30分,测试时间10~15分钟。MoCA在区分轻度AD与正常受试者时具有100%的敏感度,特异度达87%,在区分MCI与正常受试者时敏感度亦

高达90%^[11],显示出其在识别MCI方面的显著优势。因此,作为一种敏感的认知筛查工具,MoCA适用于ARHL患者的认知功能评估,尤其在记忆力、执行功能和注意力等方面表现出较高的全面性^[12]。然而,MoCA也存在一定的局限性,尤其是在文化适应性方面。例如,部分题目(如“犀牛”和“教堂”)存在文化偏移,对低教育背景的老年患者可能导致“地板效应”^[13],从而影响评估的准确性。此外,MoCA的语言要求较高,可能对听力障碍者产生额外挑战,影响其测试表现。基于此,在临床应用中可以考虑开发针对ARHL患者的MoCA适配版,如HI-MoCA(hearing impairment montreal cognitive assessment)和MoCA-H(montreal cognitive assessment for hearing impairment)。MoCA-H通过在语言项目中配合视觉提示或简化语言表达,从而减轻听力障碍对评估结果的影响,同时还可根据不同文化背景和教育程度调整问题,减少文化偏移对评估结果的影响^[14]。

1.3 可重复的成套神经心理状态测量表(repeatable battery for the assessment of neuropsychological status, RBANS)

RBANS由Randolph等^[15]开发,是一套综合性的神经心理状态筛查量表,专为评估成人神经心理功能设计。该量表包含12个子测试,涵盖即时记忆、延迟记忆、注意力、语言功能、视觉空间结构能力等5个认知领域,测试时间30~60分钟。由于RBANS评估的维度广泛,不仅适用于诊断ARHL患者的认知障碍、监测病情进展,还能与其他认知障碍疾病进行有效鉴别^[16]。相较于MMSE, RBANS在对早期MCI的筛查与确诊中均具有明显优势^[17]。此外,其具有较高的可重复性,未观察到显著的学习效应,在评估认知功能变化和跟踪疾病进展方面具有重要价值^[18]。但是RBANS操作复杂,需经过专业培训的人员测试并评分,在ARHL患者中,尤其是中重度听力障碍者,语言和记忆领域得分可能偏低,进而影响评估结果的准确性^[19]。为克服局限,研究者推出针对听力障碍患者的RBANS-H版本,该版本结合视觉和听觉刺激,确保测试结果更准确可靠^[20]。RBANS-H在听力障碍患者中的评估准确性显著高于传统RBANS,尤其是在语言和记忆领域^[21]。

2 基于生理和影像学的客观评估工具

针对ARHL患者认知功能的客观评估,包括脑电图(electroencephalogram, EEG)、功能性磁共振成像(functional magnetic resonance imaging, fMRI)、功能性红外光谱(functional near-infrared spectroscopy, fNIRS)等多种技术手段。这些基于生理学和影像学的评估工具为研

究 ARHL 患者认知功能变化提供了标准化、精准的评估方法。这些工具通过直接记录大脑的电活动或结构变化,为认知功能评估提供客观依据。与传统的基于行为表现的评估工具不同,这些工具不依赖受试者的主观配合,适用于可能受到听力障碍、教育背景或心理因素影响的患者。

2.1 脑电图(electroencephalogram, EEG)

EEG 作为一种无创性的评估工具,凭借其极高的时间分辨率(可达毫秒级),能够实时监测大脑活动的动态变化,深入揭示认知过程的特征^[22]。通常,患者需要在安静、放松的状态下接受测试,测试时间从30分钟到数小时不等。EEG 可用于检测与认知功能相关的大脑区域(如额叶和顶叶)的异常活动,从而评估 ARHL 患者的认知功能状态^[23,24]。此外,通过结合听觉刺激范式(如听觉 oddball 范式),EEG 还可有效评估助听器或人工耳蜗等干预措施对老年性聋患者认知功能的改善效果^[25]。

然而,EEG 的应用也面临挑战。首先,EEG 对操作者的专业技能要求较高,且其结果解读复杂,易受电干扰和伪影影响,从而降低评估结果的准确性^[26]。其次,EEG 的空间分辨率较低,且不同个体的头皮和颅骨厚度、导电性等因素会进一步影响信号的采集和分析,限制其在临床中的广泛应用^[27]。

2.2 功能性磁共振成像(functional magnetic resonance imaging, fMRI)

fMRI 是一种无创的神经影像技术,能够实时监测大脑在特定任务或静息状态下的血氧水平依赖(blood oxygenation level dependent, BOLD)信号变化,从而反映大脑的神经活动。fMRI 能够通过观察大脑在听觉、语言和认知任务中的激活模式,揭示 ARHL 患者认知功能障碍的神经基础^[28,29]。同时 ARHL 患者可通过对比干预前后 fMRI 结果,评估助听器或人工耳蜗等干预措施对认知功能的改善效果^[30]。其局限性在于,首先 fMRI 设备昂贵,操作和维护成本较高;其次, fMRI 对患者配合度要求较高,设备噪声和患者保持静止的需求可能对部分患者构成挑战。此外, fMRI 的时间分辨率相对较低,无法实时捕捉快速的神经活动变化,在评估认知功能过程中短时间波动时可能存在局限^[31]。

3 干扰因素与应对策略

3.1 听力损失的影响

ARHL 患者通常因听力损失影响而无法准确接收测试指令,从而导致“假性”认知功能下降。为提升基于行为表现的评估工具在 ARHL 患者中应用的可靠性,可从多方面进行改进。首先在常规配戴助听器的基础上,可

引入视觉材料(结合指令的文字说明、图示、动画等)辅助理解,让受试者“看”到指令的关键信息,降低单一听觉输入可能带来的理解障碍。此外,在保留量表核心内容的前提下,可通过分段指令、调整语速、简化语言表达减少语言理解的复杂性,使指令更易于理解。同时,为确保患者对测试指令的理解,可以鼓励受试者以点头或手势示意是否听懂,从而及时跟进评估进程。

3.2 教育水平的影响

对 ARHL 患者而言,教育水平差异是影响认知功能评估准确性的重要因素,受教育程度的差异可导致结果的偏差。为减少教育水平差异带来的干扰,可根据 ARHL 老年患者的教育水平调整标准或阈值,以最大限度减少受教育水平差异对测量结果的影响。

3.3 多模态评估

对于怀疑轻度认知功能障碍或更为复杂的听觉-认知障碍 ARHL 患者,单一的认知功能评估工具可能无法全面反映患者的认知功能状态。采用多模态评估方法能显著提高筛查的敏感性和特异性。建议将 MMSE 与更为敏感的评估工具(如 MoCA)联合使用。MoCA 在 MCI 的识别上表现出色,可有效弥补 MMSE 的不足,从而提高筛查的准确性和敏感度。为进一步确认知功能评估的全面性,建议结合 EEG 和 fMRI 等客观神经生理或影像学工具,通过直接记录大脑活动,客观评估认知功能的变化,形成多角度、多层次的评估体系,为临床医生提供全面的认知功能评估。

尽管多模态评估在理论上能够提供更全面的认知功能评估,但在实际应用中的可行性受到多种因素制约,如成本、时间、患者依从性等。因此,针对不同医疗资源场景,建议采用差异化的评估方案。在资源有限的基层医院,EEG 和 fMRI 设备的购置和维护成本较高,且需要专业技术人员操作和解读结果。因此,基层医院可能更依赖于基于行为表现的评估工具(如 MMSE、MoCA),这些工具成本较低,操作简便,适合大规模筛查。研究型医院通常具备更先进的设备和专业团队,能够承担 EEG 和 fMRI 的高昂成本。这些医院可以更广泛地应用多模态评估,尤其是在科研项目中,通过结合 EEG 和 fMRI 等客观数据,深入探讨 ARHL 患者的认知功能变化机制。

4 展望

近年来,随着数字技术和人工智能的快速发展,新型评估工具(如数字认知测试、AI 辅助工具等)在认知障碍疾病的诊断和管理中展现出巨大潜力。这些工具通过计算机或移动设备进行,能够自动化地评估患者的认知功能,减少人为误差,并提供更精确的数据分析。其优势在

于操作便捷、结果精准且可重复性高,尤其适用于大规模筛查和临床辅助诊断^[32]。此外,结合智能算法,数字认知疗法可为患者提供个性化的认知训练方案,显著改善认知功能,降低痴呆风险。这些工具不仅提高了评估的效率和准确性,还为临床和科研提供了新的视角和方法^[33]。未来研究需聚焦于解决数字认知测试与AI辅助工具面临的挑战,推动其在临床实践中的广泛应用。首先,应优化技术设计,开发易用的界面,降低老年患者对新技术的抵触心理,从而提高其接受度和依从性。其次,标准化建设至关重要,需尽快制定统一的评估标准与操作流程,以确保不同机构间结果的可比性与一致性。此外,数据隐私保护措施需进一步强化,确保患者信息的安全性和隐私性。同时,应开展更多临床研究,特别是在不同人群中的应用效果研究,以充分验证这些工具的有效性和可靠性。

综上所述,数字认知测试与AI辅助工具为认知障碍的早期诊断和干预提供了新思路。这些工具有望在未来成为认知功能评估的重要手段,为患者提供更精准、个性化的诊断与治疗,降低痴呆风险,提升患者生活质量。

参考文献

- [1] Slade K, Plack CJ, Nuttall HE. The effects of age-related hearing loss on the brain and cognitive function[J]. *Trends in neurosciences*, 2020, 43(10): 810-821.
- [2] Asakawa T, Yang Y, Xiao Z, et al. Stumbling blocks in the investigation of the relationship between age-related hearing loss and cognitive impairment[J]. *Perspectives on Psychological Science*, 2024, 19(1): 137-150.
- [3] Lin FR, Pike JR, Albert MS, et al. Hearing intervention versus health education control to reduce cognitive decline in older adults with hearing loss in the USA (ACHIEVE): a multicentre, randomised controlled trial[J]. *The Lancet*, 2023, 402(10404): 786-797.
- [4] Chen X, Giles J, Yao Y, et al. The path to healthy ageing in China: a Peking University-Lancet Commission[J]. *The Lancet*, 2022, 400(10367): 1967-2006.
- [5] Folstein MF, Folstein SE, McHugh PR. "Mini-mental state": a practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician[J]. *Journal of psychiatric research*, 1975, 12(3): 189-198.
- [6] Mitchell AJ, Shukla D, Ajumal HA, et al. The Mini-Mental State Examination as a diagnostic and screening test for delirium: systematic review and meta-analysis[J]. *General hospital psychiatry*, 2014, 36(6): 627-633.
- [7] Zhuang L, Yang Y, Gao J. Cognitive assessment tools for mild cognitive impairment screening[J]. *Journal of neurology*, 2021, 268(5): 1615-1622.
- [8] Liu C, Ma Y, Hofman A, et al. Educational attainment and dementia: mediation by mid-life vascular risk factors[J]. *Annals of neurology*, 2023, 94(1): 13-26.
- [9] Denham MW, Weitzman RE, Golub JS. Hearing aids and cochlear implants in the prevention of cognitive decline and dementia—breaking through the silence[J]. *JAMA neurology*, 2023, 80(2): 127-128.
- [10] Nasreddine ZS, Phillips NA, Bédirian V, et al. The Montreal Cognitive Assessment, MoCA: a brief screening tool for mild cognitive impairment[J]. *Journal of the American Geriatrics Society*, 2005, 53(4): 695-699.
- [11] Siqueira GSA, Hagemann PMS, Coelho DS, et al. Can MoCA and MMSE be interchangeable cognitive screening tools? A systematic review[J]. *The Gerontologist*, 2019, 59(6): e743-e763.
- [12] Bao X, Li W, Liu Y, et al. Impairment of delayed recall as a predictor of amnesic mild cognitive impairment development in normal older adults: a 7-year of longitudinal cohort study in Shanghai[J]. *BMC psychiatry*, 2023, 23(1): 892.
- [13] Tang Y. The MoCA as a cognitive screening tool for Mild Cognitive Impairment (MCI) in elderly adults in China[J]. *Psychiatry research*, 2020, 291: 113210.
- [14] Utoomprurkporn N, Woodall K, Stott J, et al. Hearing-impaired population performance and the effect of hearing interventions on Montreal Cognitive Assessment (MoCA): Systematic review and meta-analysis[J]. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 2020, 35(9): 962-971.
- [15] Randolph C, Tierney MC, Mohr E, et al. The Repeatable Battery for the Assessment of Neuropsychological Status (RBANS): preliminary clinical validity[J]. *Journal of clinical and experimental neuropsychology*, 1998, 20(3): 310-319.
- [16] Shura RD, Brearly TW, Rowland JA, et al. RBANS validity indices: A systematic review and meta-analysis[J]. *Neuropsychology review*, 2018, 28(3): 269-284.
- [17] Aslanzadeh F, Braun S, Brechbiel J, et al. Re-examining popular screening measures in neuro-oncology: MMSE and RBANS[J]. *Supportive Care in Cancer*, 2022, 30(10): 8041-8049.
- [18] Teng E, Manser PT, Shah M, et al. The use of episodic memory tests for screening in clinical trials for early Alzheimer's disease: a comparison of the Free and Cued Selective Reminding Test (FCSRT) and the Repeatable Battery for the Assessment of Neuropsychological Status (RBANS)[J]. *The Journal of Prevention of Alzheimer's Disease*, 2023, 10(1): 41-49.
- [19] Dobbels B, Mertens G, Gilles A, et al. Cognitive function in acquired bilateral vestibulopathy: a cross-sectional study on cognition, hearing, and vestibular loss[J]. *Frontiers in neuroscience*, 2019, 13: 340.
- [20] Bosmans J, Gommeren H, Mertens G, et al. Associations of bilateral vestibulopathy with cognition in older adults matched with healthy controls for hearing status[J]. *JAMA Otolaryngology-Head & Neck Surgery*, 2022, 148(8): 731-739.
- [21] Claes AJ, Mertens G, Gilles A, et al. The repeatable battery for the assessment of neuropsychological status for hearing impaired individuals (RBANS-H) before and after cochlear implantation: a protocol for a prospective, longitudinal cohort study[J]. *Frontiers in neuroscience*, 2016, 10: 512.
- [22] Wood KH, Memon A A, Memon R A, et al. Slow wave sleep and EEG

- delta spectral power are associated with cognitive function in Parkinson's disease[J]. *Journal of Parkinson's disease*, 2021, 11(2): 703-714.
- [23] Cavanagh JF, Frank MJ. Frontal theta as a mechanism for cognitive control[J]. *Trends in cognitive sciences*, 2014, 18(8): 414-421.
- [24] Zhao R, Yue T, Xu Z, et al. Electroencephalogram-based objective assessment of cognitive function level associated with age-related hearing loss[J]. *Geroscience*, 2024, 46(1): 431-446.
- [25] 赖晓菲, 闫铮, 邵力承, 等. 听觉事件相关电位的非对称响应机制[J]. *生理学报*, 2022, 74(4): 563-573.
- [26] Passera B, Chauvin A, Raffin E, et al. Exploring the spatial resolution of TMS-EEG coupling on the sensorimotor region[J]. *NeuroImage*, 2022, 259: 119419.
- [27] Wood KH, Memon AA, Memon RA, et al. Slow wave sleep and EEG delta spectral power are associated with cognitive function in Parkinson's disease[J]. *Journal of Parkinson's disease*, 2021, 11(2): 703-714.
- [28] Fukuda M, Poplawsky AJ, Kim SG. Time-dependent spatial specificity of high-resolution fMRI: insights into mesoscopic neurovascular coupling[J]. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 2021, 376(1815): 20190623.
- [29] Huang S, De Brigard F, Cabeza R, et al. Connectivity analyses for task-based fMRI[J]. *Physics of Life Reviews*, 2024, 49(7):139-156.
- [30] Jafari Z, Kolb BE, Mohajerani MH. A systematic review of altered resting-state networks in early deafness and implications for cochlear implantation outcomes[J]. *European Journal of Neuroscience*, 2024, 59(10): 2596-2615.
- [31] Specht K. Current challenges in translational and clinical fMRI and future directions[J]. *Frontiers in psychiatry*, 2020, 10(1): 924.
- [32] 唐毅, 邢怡, 王晓怡等. 认知数字疗法中国专家共识(2023)[J]. *中华医学杂志*, 2023, 103(9):640-647.
- [33] Sohn M, Yang JY, Sohn J, et al. Digital healthcare for dementia and cognitive impairment: a scoping review[J]. *International Journal of Nursing Studies*, 2023, 140: 104413.

收稿日期 2024-11-06
责任编辑 蒋 春

(上接 144 页)

- [12] Martinez JA, Martin G, Sanz GF, et al. A phase II clinical trial of carboplatin infusion in high-risk acute nonlymphoblastic leukemia[J]. *J Clin Oncol*, 1991,9(1):39-43.
- [13] 王生才, 马晓莉, 周怡, 等. 铂类化疗药对儿童实体肿瘤听觉影响的研究[J]. *中华耳科学杂志*, 2015,13(3):398-402.
- [14] Brock PR, Knight KR, Freyer DR, et al. Platinum-induced ototoxicity in children: a consensus review on mechanisms, predisposition, and protection, including a new International Society of Pediatric Oncology Boston ototoxicity scale[J]. *J Clin Oncol*, 2012, 30(19):2408-2417.
- [15] Clemens E, Van den Heuvel-Eibrink MM, Mulder RL, et al. Recommendations for ototoxicity surveillance for childhood, adolescent, and young adult cancer survivors: a report from the International Late Effects of Childhood Cancer Guideline Harmonization Group in collaboration with the PanCare Consortium[J]. *Lancet Oncol*, 2019,20(1):e29-e41.
- [16] Beyea JA, Lau C, Cooke B, et al. Long-Term Incidence and Predictors of Significant Hearing Loss Requiring Hearing Assistive Devices Among Childhood Cancer Survivors: A Population-Based Study[J]. *J Clin Oncol*, 2020,38(23):2639-2646.
- [17] Funt SA, Knezevic A, Wilson K, et al. Ototoxicity associated with high-dose carboplatin for patients with previously treated germ cell tumors[J]. *Cancer*, 2023,129(24):3952-3961.
- [18] Frisina RD, Wheeler HE, Fossa SD, et al. Comprehensive Audiometric Analysis of Hearing Impairment and Tinnitus After Cisplatin-Based Chemotherapy in Survivors of Adult-Onset Cancer[J]. *J Clin Oncol*, 2016,34(23):2712-2720.

收稿日期 2024-07-01
责任编辑 蒋 春