

急性低频感音神经性听力下降病因及发病机制的研究进展

潘佳煜, 张春林

遵义医科大学附属医院 耳鼻咽喉科, 贵州 遵义 563000

摘要:急性低频感音神经性听力下降 (acute low-frequency sensorineural hearing loss, ALHL) 是耳内科常见疾病之一, 近年来发病率逐渐增高, 发病人群也趋于年轻化。ALHL 具有临床预后好、高复发、甚至可进展为梅尼埃等特点。截止目前, 急性低频感音神经性听力下降的具体病因和发病机制尚未完全明确, 可能的病因及发病机制包括: 内淋巴积水、免疫学因素、病毒感染、血管循环及血液系统障碍因素、代谢性疾病等。本文针对近年来 ALHL 的病因和发病机制的研究进展做一综述, 提高临床对该疾病的认识, 以期及时、有效的作出可靠的诊断。

关键词:急性低频感音神经性听力下降; 病因; 发病机制; 研究进展

中图分类号: R764

文献标志码: A

文章编号: 1673-3770(2025)02-0126-06

引用格式:潘佳煜, 张春林. 急性低频感音神经性听力下降病因及发病机制的研究进展[J]. 山东大学耳鼻喉眼学报, 2025, 39(2): 126-131. PAN Jiayu, ZHANG Chunlin. Research advances on the etiology and pathogenesis of acute low-frequency sensorineural hearing loss[J]. Journal of Otolaryngology and Ophthalmology of Shandong University, 2025, 39(2): 126-131.

Research advances on the etiology and pathogenesis of acute low-frequency sensorineural hearing loss

PAN Jiayu, ZHANG Chunlin

Department of Otorhinolaryngology, Affiliated Hospital of Zunyi Medical University, Zunyi 563000, Guizhou, China

Abstract: Acute low-frequency sensorineural hearing loss (ALHL) is one of the common diseases in otology, and its incidence has been gradually increasing in recent years; the population with ALHL is getting younger and younger. ALHL is characterized by a good clinical prognosis, a high recurrence rate, and even the progression of Meniere's disease. The specific etiology and pathogenesis of ALHL have not been fully clarified till now. The specific etiology and pathogenesis of acute low-frequency sensorineural hearing loss have not been completely clarified, and the possible etiology and pathogenesis include endolymphatic fluid, immunological factors, viral infections, vascular circulatory and hematologic disorders, and metabolic diseases. In this article, we would like to summarize the progress of research on the etiology and pathogenesis of ALHL in recent years, to improve the clinical understanding of this disease, so as to make a reliable diagnosis in a timely and effective manner.

Key words: Acute low-frequency sensorineural hearing loss; Etiology; Pathogenesis; Research progress

急性低频感音神经性听力下降 (Acute low-frequency sensorineural hearing loss, ALHL) 又称急性低频感音神经性聋, 是一种急性发病、低频听力损失 (0.125、0.25 和 0.5 kHz) 为主要临床特征的感音神经性听力损失^[1]。除听力下降外, ALHL 还常伴有耳鸣, 耳闷胀感, 自听增强等症状, 一般不伴有眩晕。既往 ALHL 多被归类于低频下降型突发性聋 (low tone sudden deafness, LTSD), LTSD 是指低频听力下降为主 (≤ 1000 Hz 听力下降, 250、500 Hz 处听力损失 ≥ 20 dBHL) 的感音听力损失, 可伴眩晕、恶心及呕吐^[2]。随着对 ALHL 的研究增多, 发现其病因、临床特征、治疗方案以及临床转归等方面都具有自身特点, 越来越多学者建议把 ALHL 列为独立的

疾病^[3]。

流行病学研究发现 ALHL 发病率为 40/10 万 ~ 60/10 万^[4], 目前国内外尚无 ALHL 的统一诊断标准, 既往临床诊断都是针对低频听力的损失, 并且排除高频听力的下降^[1]。袁佛良等^[5]发现临床特征符合 ALHL 并存在陈旧性高频听力损失患者, 也应纳入该疾病, 为覆盖高频陈旧性听力损失合并 ALHL 的患者, 刘岩等^[6]综合国内外不同的诊断标准, 提出了新的诊断标准, 即高频平均听阈与对侧健耳相比 ≤ 10 dBHL, 患耳低频听力之和 ≥ 80 dBHL。且与对侧相比 ≥ 40 dBHL, 该标准的涉及面最广, 同时解决了既往标准疏漏的方面, 是当前临床公认且较常使用的标准。

ALHL 多为单侧发病,其治愈率高,可达 77.7%~96.8%,同时具有较高的复发率,约 7.5%~16.5%患者可进展为梅尼埃^[7]。急性低频感音神经性听力下降的病因及发病机制较为复杂,常见的病因及发病机制包括:内淋巴积水、免疫学因素、病毒感染、血管因素等。因此本文将对 ALHL 的病因及发病机制的进展进行综述,以期提高临床医生认识。

1 内淋巴积水(endolymphatic hydrops, EH)

截止目前,淋巴积水是 ALHL 较公认的发病机制,EH 是指内淋巴体积增大导致内淋巴间隙扩张的病理表现。Yamasoba 等^[8]提出耳蜗内淋巴积液与急性低频感音神经性听力下降具有相关性。Nageris 等^[9]观察具有内淋巴积水的梅尼埃病患者的颞骨,发现耳蜗顶转基底膜向鼓阶移位,这种移位可能导致感音神经性听力损失。贾贤浩等^[10]在耳蜗内淋巴积水的动物模型中,发现耳蜗基底膜向鼓阶轻微移位,使盖膜与基底膜之间正常的剪切运动发生变化,进而引起外毛细胞出现功能障碍,导致低频听力损失。Kato 等^[11]对单侧 ALHL 患者行内淋巴造影并评估内耳内淋巴积水情况,发现 92%(23/25 例)的患者患侧耳蜗内淋巴积水,进一步证实急性感音神经性低频听力下降与耳蜗 EH 密切相关。

近年来有学者提出 ALHL 与梅尼埃病(meniere's disease, MD)关系密切,二者的主要病理表现均为内淋巴积水^[11-12]。如 Junicho 等^[13]报道约 9%的 ALHL 患者可进展为 MD,尤其是复发性 ALHL 患者进展为 MD 的比例较高,Stölzel 等^[14]研究发现,在 ALHL 患者听力下降期间伴有耳鸣等症状可作为预测发展为梅尼埃病的潜在因素。但是,也有等报道复发 ALHL 患者发展为 MD 的比例被高估,如 Yamasoba 等^[15]对 14 例复发性 ALHL 患者进行长期随访,发现仅 2 例患者进展为梅尼埃病。此外,较多学者报道 ALHL 与 MD 内淋巴积水的病理表现并不完全一致,MD 患者表现为广泛的内淋巴积水,而 ALHL 患者内淋巴积水大多局限于耳蜗尖角^[8-10]。

此外,有学者报道耳蜗内淋巴积水扩展的范围与 ALHL 患者预后紧密相关。Inui 等^[16]将 61 例 ALHL 患者分为治愈、未治愈和复发组 3 组,使用 3D-MR 成像定量测量三组病人的内耳内淋巴空间(endolymphatic space, ELS)或内耳总液体空间(total fluid space, tFS)体积,未治愈组的患者耳蜗区域积水体积明显高于治愈组患者,复发组患者耳蜗与前庭区域均有积水,并且 ELS 扩展严重的患者可能会进展为 MD。任同力等^[17]对 ALHL 患者进

行内耳 MR 钆造影检查,结果显示仅有 29.2%(14/48 例)的患者存在内淋巴积水,其中 64.3%(9/14 例)有低频听力下降的复发,因此内淋巴积水不仅是 ALHL 的发病的常见病因,还与 ALHL 预后密切相关。

2 免疫学因素

近年来,免疫学机制在 ALHL 中的发病中备受重视,较多研究证实自身免疫反应参与 ALHL 发病的进程^[18-19],其常见的免疫学致病因素包括:内耳免疫损伤、高 IgE 水平和 Th1/Th2 失衡等:可分为器官特异性自身免疫性内耳疾病(仅表现内耳自身免疫性疾病,抗内耳特异性抗体增高)或者器官非特异性自身免疫性内耳疾病(内耳自身免疫性疾病伴有全身自身免疫性疾病:如系统性红斑狼疮、类风湿病等)。

2.1 免疫反应

急性低频感音神经性听力下降与内耳免疫反应具有相关性,包括内耳局部免疫反应和全身免疫反应^[20-21]。

部分 ALHL 患者的血清中发现抗内皮细胞自身抗体(anti-endothelial cell autoantibodies, AECAs),AECAs 的致病潜力已被证实血管疾病,特别是免疫介导的血管炎^[22]。据 Cadoni 等^[23]研究报告约 50%的突发性感音神经性听力损失患者(sudden sensorineural hearing loss, SSNHL)患者血清中 AECA 呈阳性,并且与正常人有明显差异,提示 AECAs 可能是 SSNHL 患者内耳血管炎的血清标志物。此外,Chen 等^[20]收集了 49 例 ALHL 患者血清样本,比较 AECA 阳性与 AECA 阴性患者,结果显示 AECA 阳性患者治疗效果较差,AECAs 的存在可能局部破坏血管纹内皮细胞之间的紧密连接或通过调节部分粘附分子和细胞因子分泌来影响免疫介导的感觉神经性耳聋^[22-23]。

全身免疫疾病也可造成内耳免疫反应,从而导致听力损伤,低频听力损失可能与自身免疫性疾病共存,如类风湿关节炎、桥本甲状腺炎、苏萨克综合征等。Kiakojuri 等^[24]的临床研究发现,类风湿关节炎患者突发性感觉听力损失发生率高于正常组,并且低中、高频听力均可受损。Tsai 等^[25]通过对 3 331 例甲状腺疾病患者进行回顾性研究,发现无论是甲状腺功能减退或功能亢进的患者,与 SSNHL 的风险升高均有关。此外,据 Okawa 等^[26]研究发现 30 例苏萨克综合征患者中,其中 14 例患者中出现感音神经性听力丧失,并且多为中、低频率听力

损失。

2.2 高 IgE 水平

新近免疫学研究发现在一些内耳疾病中可能发挥了重要作用^[27], I 型变态反应是指机体再次暴露于相同的致敏原后, 内耳的肥大细胞和嗜碱性粒细胞可能被通过圆窗膜的 IgE 激活^[27-28]。Ma 等^[28]分别检测特发性突发性感音神经性聋和 ALHL 患者外周静脉血的 IgE 水平, 发现 ALHL 患者得总 IgE 和特异性 IgE 水平明显增高, 并且高水平 IgE ALHL 患者中约 32.2% 的患者复发, 14.8% 的患者发展为 MD, 证明高 IgE 水平可作为 ALHL 复发和 MD 转化的预测指标。

2.3 Th1/Th2 失衡

辅助 T 细胞 (Th 细胞) 分为 Th1 和 Th2 亚群, 其中 Th1/Th2 失衡与某些器官特异性自身免疫性疾病的发生及发展密切相关^[29]。为证明这一理论, Fuse 等^[30]使用流式细胞仪对 19 例 ALHL 患者和 26 例 MD 患者外周血中细胞的细胞因子水平进行测定, 与健康志愿者相比较, 结果发现两类患者的 Th1/Th2 平衡偏移, ALHL 患者的 Th1 亚群水平显著升高, 而 Th2 亚群水平与对照组没有差异, 所以推测 ALHL 和 MD 在病因学上可能都与免疫因素有关。

3 血管循环及血液系统障碍因素

3.1 自主神经紊乱及供血不足

自主神经紊乱和 (或) 供血不足可能是引发 ALHL 的重要因素^[31], Nozawa 等^[32]对 50 例 ALHL 患者行直立性血压测验, 结果发现约 50% 患者呈现阳性结果, 研究表明 ALHL 患者潜在有与自主神经失衡和 (或) 血液循环不足有关的异常全身状况。除此之外, 有学者假设突然或缓慢出现低血压可能与 SSNHL 发展有关, Pirodda 等^[33]通过对 20 例突发性耳聋患者 (舒张压 ≤ 60 mmHg 和/或收缩压 ≤ 105 mmHg) 以及 100 例健康受试者进行纯音听阈试验, 发现 35% (7/20) 例受试者, 低频听力受损明显, 而在高频处的听力损伤的关联性较弱。

3.2 低正常血小板或血小板减少

有证据表明血小板可能影响突发性感音神经性听力损失发生^[34], Przewozny 等^[35]研究发现, 低水平血小板是缺血性卒中早期患者发生感音神经性听力损失的危险因素。为了进一步验证血小板与听力损失的关系, Abe 等^[36]回顾性研究了 1 897 名参与者 (将受试者分为两组: 高正常血小板组和低正常血小板组), 发现两组与高频听力损失和 (或) 低频

听力损失均有相关性, 但低正常血小板组听力损失的发生率显著高于高正常血小板组, 并且低正常血小板组的听力损伤发病率随时间增加得更快。

4 其他相关因素

4.1 病毒感染

有学者通过研究发现, 病毒感染与突发性感音神经性听力损失之间可能存在关联^[37-38], 包括巨细胞病毒 (CMV)、新型冠状病毒 (COVID-19) 等, 据 Park 等^[39]研究发现在 157 名确诊为先天性巨细胞病毒感染的儿童中, 12.7% 患有感音神经性听力损失。Kokten 等^[40]通过对比 30 名感染 COVID-19 的医护人员的听力学检查变化, 发现感染前后纯音测听检查仅在 1 000 Hz 时发现听力水平显著下降, 由此可推测, COVID-19 与急性低频感音神经性听力下降关联性不大。

4.2 偏头痛和耳蜗性偏头痛

有文献报道, 有偏头痛病史患者与突发性感音神经性听力损失显著相关。据 Kim 等^[41]报道偏头痛患者 (44 714 例) 发生突发性感音神经性听力损失可能性较正常人 (179 287 例) 高 (0.9% vs. 0.6%)。此外, Xue 等^[42]通过对 28 例偏头痛、18 例耳蜗性偏头痛患者和 25 例正常者进行听力学检查, 发现前两组患者在低频率听阈处存在听觉功能障碍, 研究结果表明偏头痛病史可能是导致急性感音神经性低频听力损失的原因之一。

4.3 肥胖

随着肥胖人群的逐渐增多, 有研究者发现肥胖人群与听力损失具有一定的相关性。通过 Scinicariello 等^[43]对 2 502 名青少年听力数据分析发现, 肥胖组患突发感音神经性听力损失高于正常组 (24.8% vs. 14.7%)。相同, 据 Lalwani 等^[44]研究发现, 在 1 488 名参与者 (BMI = 95%) 听力学检查中, 肥胖组听力全频率阈值升高, 其中单侧低频听力下降的患病率明显增高。这一研究表明体重达到肥胖甚至超重的人群, 与正常人相比发生 ALHL 的概率更高。

4.4 代谢性疾病

4.4.1 心血管病相关危险因素

心血管疾病是中、老年人的常见基础疾病之一, 大量研究发现心血管疾病 (cardiovascular disease, CVD) 与突发性感音神经性听力损失的发生有密切联系^[45]。Wattamwar 等^[46]分析了 433 例老年患者听力学数据, 发现听力损失的发生率升高与 CVD 危险因素 (主要包括高血压、甘油三酸酯和糖化血

红蛋白等)和心血管疾病具有相关性,其中高血压、甘油三酸酯和糖化血红蛋白与低频听力损失密切相关。心血管疾病风险总体增加是造成听力损失的一个强有力的决定因素,但单独使用这一个方面来解释 ALHL 患者发病机制是较为片面的。

4.4.2 代谢综合征

近期研究发现,代谢综合征 (metabolic syndrome, MetS)^[47]是突发性感音神经性耳聋预后的影响因素,其中 MetS 指高血压、中心性肥胖、糖尿病和血脂异常在内的一组代谢功能障碍。Zhou 等^[48]对比 86 例 MetS 组和 142 例非 MetS 组参与者的听力图结果发现, MetS 组听力完全恢复率和部分恢复率明显低于非 MetS 组 (23.3% vs. 62.5%), 实验结果显示 MetS 对突发性感音神经性耳聋的听力恢复有负面影响。

4.5 甲状腺功能异常

甲状腺功能异常与急性低频感音神经性听力下降相关联,陈磊等^[49]对 155 例门诊患者进行听力学、影像学检查以及血清甲状腺功能检测,发现低频听力下降患者甲状腺功能异常率明显高于健康对照组,研究结果表明甲状腺功能异常是 ALHL 发病的危险因素之一。目前已有文章提出其主要是通过免疫机制产生作用^[25],但具体途径尚未有确切定论。

5 总结

综上所述,急性低频感音神经性听力下降病因错综复杂,如内淋巴积水、免疫因素、血管因素、病毒感染、精神紧张等等,但具体的病因和发病机制尚未完全明确,未能进行针对性治疗,目前对此种疾病治疗多参照于突聋。对其病因及发病机制的进一步研究是非常必要的。同时还应注意加强长期随访,以便及时作出正确的诊断和治疗。

参考文献:

[1] Abe T. Acute sensorineural hearing loss in low frequencies [J]. *Otolaryngol (Tokyo)*, 1982, 54: 385-392. doi:10.11477/mf.1492209443

[2] Chandrasekhar SS, Tsai Do BS, Schwartz SR, et al. Clinical practice guideline: sudden hearing loss (update) [J]. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 2019, 161(1_suppl): S1-S45. doi:10.1177/0194599819859885

[3] 李娟娟, 曾宪海, 魏建芳, 等. 急性低频感音神经性聋临床特征及疗效分析 [J]. *中国耳鼻咽喉头颈外科*, 2020, 27(7): 407-409. doi:10.16066/j.1672-7002.2020.07.011

LI Juanjuan, ZENG Xianhai, WEI Jianfang, et al. Clinical characteristics and curative effect analysis of acute

low-frequency sensorineural deafness [J]. *Chinese Archives of Otolaryngology-Head and Neck Surgery*, 2020, 27(7): 407-409. doi:10.16066/j.1672-7002.2020.07.011

[4] 吕臻一, 唐旭霞. 急性低频感音神经性听力下降的研究概述 [J]. *中华耳科学杂志*, 2022, 20(6): 987-992. doi:10.3969/j.issn.1672-2922.2022.06.023

LÜ Zhenyi, TANG Xuxia. An overview of research on acute low-tone sensorineural hearing loss [J]. *Chinese Journal of Otolaryngology*, 2022, 20(6): 987-992. doi:10.3969/j.issn.1672-2922.2022.06.023

[5] 袁佛良, 魏凡钦, 肖志文, 等. 急性低频区感音神经性听力损失临床特征分析 [J]. *中华耳科学杂志*, 2016, 14(1): 49-52. doi:10.3969/j.issn.1672-2922.2016.01.010

YUAN Foliang, WEI Fanqin, XIAO Zhiwen, et al. Clinical characteristics of acute low-tone sensorineural hearing loss [J]. *Chinese Journal of Otolaryngology*, 2016, 14(1): 49-52. doi:10.3969/j.issn.1672-2922.2016.01.010

[6] 刘岩, 周其友, 侯志强, 等. 急性低频感音神经性听力损失的听力学检查特征及意义 [J]. *中华耳科学杂志*, 2011, 9(1): 38-42. doi:10.3969/j.issn.1672-2922.2011.01.009

LIU Yan, ZHOU Qiyu, HOU Zhiqiang, et al. Audiometric testing in acute low-tone sensorineural hearing loss [J]. *Chinese Journal of Otolaryngology*, 2011, 9(1): 38-42. doi:10.3969/j.issn.1672-2922.2011.01.009

[7] 叶毅良, 卢标清. 704 例突发性耳聋疗效分析 [J]. *山东大学耳鼻喉眼学报*, 2019, 33(5): 44-47. doi:10.6040/j.issn.1673-3770.0.2019.052

YE Yiliang, LU Biaoqing. Therapeutic outcome analysis of 704 cases of sudden deafness [J]. *Journal of Otolaryngology and Ophthalmology of Shandong University*, 2019, 33(5): 44-47. doi:10.6040/j.issn.1673-3770.0.2019.052

[8] Yamasoba T, Kikuchi S, Sugawara M, et al. Acute low-tone sensorineural hearing loss without vertigo [J]. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*, 1994, 120(5): 532-535. doi:10.1001/archotol.1994.01880290042007

[9] Nageris B, Adams JC, Merchant SN. A human temporal bone study of changes in the basilar membrane of the apical turn in endolymphatic hydrops [J]. *Am J Otol*, 1996, 17(2): 245-252.

[10] 贾贤浩, 梁琴, 池涨才, 等. 豚鼠内淋巴积水早期低频听力损失的形态学变化 [J]. *生理学报*, 2012, 64(1): 48-54. doi:10.13294/j.aps.2012.01.014

JIA Xianhao, LIANG Qin, CHI Zhangcai, et al. Morphological changes associated with low-tone hearing loss in guinea pig models of early endolymphatic hydrops [J]. *Acta Physiologica Sinica*, 2012, 64(1): 48-54. doi:10.13294/j.aps.2012.01.014

[11] Kato M, Sugiura M, Shimono M, et al. Endolymphatic hydrops revealed by magnetic resonance imaging in patients with atypical Meniere's disease [J]. *Acta Otolaryn-*

- gol, 2013, 133(2): 123-129. doi:10.3109/00016489.2012.726374
- [12] 张瑶瑶, 王海涛. 内耳钆造影磁共振成像技术在梅尼埃病诊疗中的应用[J]. 山东大学耳鼻喉眼学报, 2021, 35(6): 101-107. doi:10.6040/j.issn.1673-3770.0.2020.504
- ZHANG Yaoyao, WANG Haitao. The application of MRI technology with intratympanic gadolinium injection in the diagnosis and treatment of Meniere's disease[J]. *Journal of Otolaryngology and Ophthalmology of Shandong University*, 2021, 35(6): 101-107. doi:10.6040/j.issn.1673-3770.0.2020.504
- [13] Junicho M, Aso S, Fujisaka M, et al. Prognosis of low-tone sudden deafness - does it inevitably progress to Meniere's disease? [J]. *Acta Otolaryngol*, 2008, 128(3): 304-308. doi:10.1080/0001648061002096
- [14] Stölzel K, Droste J, Voß LJ, et al. Comorbid symptoms occurring during acute low-tone hearing loss (AHLH) as potential predictors of menière's disease[J]. *Front Neurol*, 2018, 9: 884. doi:10.3389/fneur.2018.00884
- [15] Yamasoba T, Kikuchi S, Yagi M, et al. Prognosis of acute low-tone sensorineural hearing loss[J]. *Nihon Jibiinkoka Gakkai Kaiho*, 1992, 95(1): 41-50. doi:10.3950/jibiinkoka.95.41
- [16] Inui H, Sakamoto T, Ito T, et al. Magnetic resonance imaging of the endolymphatic space in patients with acute low-tone sensorineural hearing loss[J]. *Auris Nasus Larynx*, 2019, 46(6): 859-865. doi:10.1016/j.anl.2019.04.003
- [17] 任同力, 汪毅, 王武庆. 低频下降型突发性聋内淋巴积水特征分析[J]. 中华医学杂志, 2020, 100(46): 3680-3683. doi:10.3760/cma.j.cn112137-20200928-02741
- REN Tongli, WANG Yi, WANG Wuqing. Characteristics of endolymphatic hydrops in low frequency descent sudden hearing loss [J]. *National Medical Journal of China*, 2020, 100(46): 3680-3683. doi:10.3760/cma.j.cn112137-20200928-02741
- [18] 赵丽萍, 范尔钟, 陈秀伍, 等. 低频感音神经性聋患者的内耳免疫学探讨[J]. 中国耳鼻咽喉头颈外科, 2004, 11(4): 253-255. doi:10.3969/j.issn.1672-7002.2004.04.015
- ZHAO Liping, FAN Erzhong, CHEN Xiuwu, et al. Inner immune alteration in patient with sensorineural deafness in low frequency[J]. *Chinese Archives of Otolaryngology-head and Neck Surgery*, 2004, 11(4): 253-255. doi:10.3969/j.issn.1672-7002.2004.04.015
- [19] 王浩然, 王大勇, 王秋菊. 免疫介导性内耳病的诊断和治疗研究进展[J]. 临床耳鼻咽喉头颈外科杂志, 2020, 34(3): 276-281. doi:10.13201/j.issn.2096-7993.2020.03.023
- WANG Haoran, WANG Dayong, WANG Qiuju. Advances in diagnosis and therapies of immune-mediated inner ear diseases[J]. *Journal of Clinical Otorhinolaryngology Head and Neck Surgery*, 2020, 34(3): 276-281. doi:10.13201/j.issn.2096-7993.2020.03.023
- [20] Chen DY, Wang ZJ, Jia GG, et al. The role of anti-endothelial cell autoantibodies and immune response in acute low-tone hearing loss [J]. *Ear Nose Throat J*, 2021, 100(3_suppl): 292-300. doi:10.1177/0145561320952501
- [21] Das S, Bakshi SS, Seepana R. Demystifying autoimmune inner ear disease[J]. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 2019, 276(12): 3267-3274. doi:10.1007/s00405-019-05681-5
- [22] Fu YY, Zhao H, Gao N, et al. Correlation study of peripheral blood inflammatory factors in patients with sudden deafness [J]. *J Clin Otorhinolaryngol Head Neck Surg*, 2019, 33(8): 688-691. doi:10.13201/j.issn.1001-1781.2019.08.002
- [23] Cadoni G, Fetoni AR, Agostino S, et al. Autoimmunity in sudden sensorineural hearing loss: possible role of anti-endothelial cell autoantibodies [J]. *Acta Otolaryngol Suppl*, 2002(548): 30-33. doi:10.1080/00016480260094947
- [24] Kiakoju K, Yousef Ghahari B, Soltanparast S, et al. Hearing status in patients with rheumatoid arthritis[J]. *Caspian J Intern Med*, 2019, 10(4): 447-451. doi:10.22088/cjim.10.4.447
- [25] Tsai YT, Chang IJ, Hsu CM, et al. Association between sudden sensorineural hearing loss and preexisting thyroid diseases: a nationwide case-control study[J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2020, 17(3): 834. doi:10.3390/ijerph17030834
- [26] Okawa Y, Ihara K. Sensorineural hearing loss in sjögren's syndrome[J]. *Int J Mol Sci*, 2022, 23(19): 11181. doi:10.3390/ijms231911181
- [27] 王汝嫵, 郭明丽, 屈永涛. 梅尼埃病与 I 型变态反应关系的研究进展[J]. 听力学及言语疾病杂志, 2020, 28(2): 221-225. doi:10.3969/j.issn.1006-7299.2020.02.026
- WANG Ruyan, GUO Mingli, QU Yongtao. Research progress on the relationship between Meniere's disease and type I allergic reaction[J]. *Journal of Audiology and Speech Pathology*, 2020, 28(2): 221-225. doi:10.3969/j.issn.1006-7299.2020.02.026
- [28] Ma Y, Sun Q, Zhang KL, et al. High level of IgE in acute low-tone sensorineural hearing loss: a predictor for recurrence and Meniere Disease transformation[J]. *Am J Otolaryngol*, 2021, 42(2): 102856. doi:10.1016/j.amjoto.2020.102856
- [29] 张园, 王乐, 李红敏, 等. 炎性细胞因子及淋巴细胞对突发性耳聋的诊断价值研究[J]. 实用医院临床杂志, 2023, 20(4): 50-54. doi:10.3969/j.issn.1672-6170.

- 2023.04.013
ZHANG Yuan, WANG Le, LI Hongmin, et al. Diagnostic value of inflammatory cytokines and lymphocytes in patients with sudden deafness[J]. *Practical Journal of Clinical Medicine*, 2023, 20(4): 50-54. doi:10.3969/j.issn.1672-6170.2023.04.013
- [30] Fuse T, Hayashi T, Oota N, et al. Immunological responses in acute low-tone sensorineural hearing loss and Ménière's disease[J]. *Acta Oto Laryngol*, 2003, 123(1): 26-31. doi:10.1080/0036554021000028074
- [31] Chen KT, Wen LY, Zong L, et al. Audiological outcomes in sudden sensorineural hearing loss with presumed inner ear hemorrhage[J]. *Am J Otolaryngol*, 2019, 40(2): 274-278. doi:10.1016/j.amjoto.2018.09.017
- [32] Nozawa I, Imamura SI, Mizukoshi A, et al. Clinical study of acute low-tone sensorineural hearing loss; survey and analysis of glycerol test and orthostatic test[J]. *Ann Otol Rhinol Laryngol*, 2002, 111(2): 160-164. doi:10.1177/000348940211100209
- [33] Pirodda A, Ferri GG, Modugno GC, et al. Hypotension and sensorineural hearing loss; a possible correlation[J]. *Acta Otolaryngol*, 1999, 119(7): 758-762. doi:10.1080/00016489950180388
- [34] 王香香, 刁明芳. 突发性感音神经性聋病因及发病机制研究进展[J]. *国际耳鼻咽喉头颈外科杂志*, 2021(6): 360-363, 367.
WANG Xiangxiang, DIAO Mingfang. Advance in the etiology and pathogenesis of sudden sensorineural hearing loss[J]. *International Journal of Otolaryngology-Head and Neck Surgery*, 2021(6): 360-363, 367.
- [35] Przewoźny T, Gasecki D, Narozny W, et al. Risk factors of sensorineural hearing loss in patients with ischemic stroke[J]. *Otol Neurotol*, 2008, 29(6): 745-750. doi:10.1097/MAO.0b013e318181336c
- [36] Abe Y, Toyama K, Kazurayama M, et al. Low-normal platelets and decreasing platelets are risk factors for hearing impairment development[J]. *Laryngoscope*, 2021, 131(4): E1287-E1295. doi:10.1002/lary.28970
- [37] 雷丽红, 丁晓丽, 徐改萍, 等. 突发性耳聋病例特征及危险因素分析[J]. *华南预防医学*, 2022, 48(5): 539-542.
LEI Lihong, DING Xiaoli, XU Gaiping, et al. Characteristics and risk factors of sudden deafness[J]. *South China Journal of Preventive Medicine*, 2022, 48(5): 539-542.
- [38] Chen X, Fu YY, Zhang TY. Role of viral infection in sudden hearing loss[J]. *J Int Med Res*, 2019, 47(7): 2865-2872. doi:10.1177/0300060519847860
- [39] Park AH. Detecting hearing loss in a child with congenital cytomegalovirus infection-finding the elusive needle in the haystack[J]. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg*, 2023, 149(2): 131-132. doi:10.1001/jamaoto.2022.4155
- [40] Kokten N, Celik S, Mutlu A, et al. Does COVID-19 have an impact on hearing? [J]. *Acta Otolaryngol*, 2022, 142(1): 48-51. doi:10.1080/00016489.2021.2020897
- [41] Kim SY, Kim MK, Lim JS, et al. Migraine increases the proportion of sudden sensorineural hearing loss: a longitudinal follow-up study [J]. *Auris Nasus Larynx*, 2019, 46(3): 353-359. doi:10.1016/j.anl.2018.10.006
- [42] Xue JF, Ma X, Lin YJ, et al. Audiological findings in patients with vestibular migraine and migraine: history of migraine may be a cause of low-tone sudden sensorineural hearing loss [J]. *Audiol Neurootol*, 2020, 25(4): 209-214. doi:10.1159/000506147
- [43] Scinicariello F, Carroll Y, Eichwald J, et al. Association of obesity with hearing impairment in adolescents [J]. *Sci Rep*, 2019, 9(1): 1877. doi:10.1038/s41598-018-37739-5
- [44] Lalwani AK, Katz K, Liu YH, et al. Obesity is associated with sensorineural hearing loss in adolescents [J]. *Laryngoscope*, 2013, 123(12): 3178-3184. doi:10.1002/lary.24244
- [45] 张亚男, 郝玲, 韩梅. 突发性耳聋发病相关危险因素 [J]. *中国老年学杂志*, 2021, 41(5): 1022-1024. doi:10.3969/j.issn.1005-9202.2021.05.037
ZHANG Yanan, HAO Ling, HAN Mei. Risk factors related to sudden deafness [J]. *Chinese Journal of Gerontology*, 2021, 41(5): 1022-1024. doi:10.3969/j.issn.1005-9202.2021.05.037
- [46] Wattamwar K, Qian ZJ, Otter J, et al. Association of cardiovascular comorbidities with hearing loss in the older old [J]. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg*, 2018, 144(7): 623-629. doi:10.1001/jamaoto.2018.0643
- [47] Zhang YN, Jiang Q, Wu XW, et al. The influence of metabolic syndrome on the prognosis of idiopathic sudden sensorineural hearing loss [J]. *and*, 2019, 40(8): 994-997. doi:10.1097/MAO.0000000000002352
- [48] Zhou YL, Qiu SY, Liu DB. Impact of metabolic syndrome on recovery of idiopathic sudden sensorineural hearing loss [J]. *Am J Otolaryngol*, 2019, 40(4): 573-576. doi:10.1016/j.amjoto.2019.05.011
- [49] 陈磊, 王英俊, 孙晓, 等. 低频下降型突发性聋预后相关因素分析 [J]. *中华耳鼻咽喉头颈外科杂志*, 2020, 55(7): 652-657. doi:10.3760/cma.j.cn115330-20191212-00756
CHEN Lei, WANG Yingjun, SUN Xiao, et al. Analysis of prognostic factors of low-frequency type of sudden sensorineural hearing loss [J]. *Chinese Journal of Otorhinolaryngology Head and Neck Surgery*, 2020, 55(7): 652-657. doi:10.3760/cma.j.cn115330-20191212-00756