

doi: 10.3969/j.issn.1672-4933.2025.06.008

前庭功能在急性低频感音神经性聋的临床特征分析

Clinical Characteristics of Vestibular Functions in Patients with
Acute Low Frequency Sensorineural Hearing Loss

谢璐璐¹ 程雨瑄² 陈嘉¹

XIE Lu-lu, CHENG Yu-xuan, CHEN Jia

【摘要】目的 系统评估急性低频感音神经性聋(acute low-frequency hearing loss, ALHL)患者的前庭功能特点,为临床诊断和治疗提供依据。**方法** 选择40例ALHL患者作为研究组,同期招募40名健康对照组。所有受试者均接受纯音听力测试及冷热刺激试验、视频头脉冲试验(video head impulse test, vHIT)、颈性前庭诱发肌电位(cervical vestibular evoked myogenic potential, cVEMP)和眼性前庭诱发肌源性电位(ocular vestibular evoked myogenic potential, oVEMP)等前庭功能检查,对比分析ALHL患者的前庭功能损伤情况。根据治疗效果,将ALHL患者分为有效组和无效组,对两组的相关研究指标进行差异性分析,并将有统计学意义的变量纳入二元Logistic回归模型,探讨影响ALHL治疗有效性的相关因素。**结果** ALHL组在冷热试验($P<0.001$)、vHIT($P=0.012$)、cVEMP($P<0.001$)和oVEMP($P<0.001$)检查中的异常率均显著高于对照组。vHIT异常与治疗有效率有关($P=0.025$),相对于vHIT正常者,vHIT异常者治疗有效可能性减少0.840倍($OR=0.160$, 95%CI: 0.028~0.927)。年龄、患耳侧别、耳鸣、耳闷及冷热试验、cVEMP和oVEMP异常与治疗有效率无关。**结论** ALHL患者普遍存在多发性前庭器官损害,前庭功能评估,特别是半规管高频检测(vHIT)异常是ALHL治疗无效的独立危险因素。

【关键词】 低频急性感音神经性聋;前庭功能;预后

【中图分类号】 R764.43

【文献标识码】 A

【文章编号】 1672-4933(2025)06-0590-04

【Abstract】 Objective This study aims to systematically evaluate the vestibular function characteristics of patients with acute low-frequency sensorineural hearing loss (ALHL) to provide a basis for clinical diagnosis and treatment. **Methods** Forty ALHL patients were included in the study group, with an equal number of healthy controls recruited at the same time. All the subjects underwent pure tone audiometry and vestibular function tests, including cold and warm stimulation tests, video head impulse test (vHIT), cervical vestibular evoked myogenic potential(cVEMP) and ocular vestibular evoked myogenic potential (oVEMP). Vestibular function impairment in the ALHL patients was compared and analyzed. Based on treatment outcomes, the ALHL patients were categorized into effective and ineffective groups, and a differential analysis of relevant research indicators was conducted for the both groups. Subsequently, statistically significant variables were incorporated into a binary logistic regression model to identify factors influencing the efficacy of ALHL treatment. **Results** The abnormal rates in the ALHL group were significantly higher than those in the control group for the cold and warm tests ($P<0.001$), vHIT ($P=0.012$), cVEMP ($P<0.001$), and oVEMP ($P<0.001$). vHIT abnormalities were associated with treatment efficacy ($P=0.025$), indicating that patients with abnormal vHIT had an 0.840 times lower likelihood of treatment effectiveness compared to those with normal results ($OR=0.160$, 95% CI: 0.028-0.927). Age, side of the affected ear, presence of tinnitus, presence of ear fullness, and abnormalities in cold and warm tests, cVEMP, and oVEMP were not associated with treatment efficacy. **Conclusion** ALHL patients commonly exhibit multiple vestibular organ impairments. Vestibular function assessments particularly abnormalities detected in high-frequency vHIT of the semicircular canals, are an independent risk factor for ineffective treatment of ALHL.

【Key words】 Low-frequency acute sensorineural hearing loss; Vestibular function; Prognosis

急性低频感音神经性聋(acute low-frequency hearing loss, ALHL)是一种以低频听力突发性下降为主,而高频听力保持相对正常,通常不伴有眩晕的急性临床综合症^[1]。

其发病率约为42~65人/万,占突发性聋病例的17%~23%^[2,3]。目前ALHL确切病因和发病机制仍不清楚。有学者提出ALHL存在膜迷路积水,与梅尼埃病(Meniere's

作者单位:1 浙江大学医学院附属第二医院 杭州 310001

2 浙江中医药大学 杭州 310051

作者简介:谢璐璐 本科 初级技师;研究方向:听力学

通讯作者:陈嘉, E-mail: chenjia212c@zju.edu.cn

disease, MD)发病机制类似,可能是梅尼埃病早期阶段的假设^[4]。由于耳蜗与前庭和半规管在解剖结构和血液供应上密切相关^[5],这种联系意味着内耳疾病可能同时影响耳蜗和前庭功能。无眩晕症状的ALHL患者存在前庭和半规管积水^[6]。因此,ALHL患者的前庭功能引起研究者的关注。

前庭功能检查是通过特定的技术手段刺激前庭终末器官,对前庭系统的生理功能进行定性或定量评估的方法。这些检查可以明确前庭功能损伤的部位、范围、程度以及损伤后的恢复情况。前庭功能检查主要包括冷热试验、视频头脉冲试验(video head impulse test, vHIT)、颈性前庭诱发肌源性电位(cervical vestibular evoked myogenic potential, cVEMP)和眼性前庭诱发肌源性电位(ocular vestibular evoked myogenic potential, oVEMP)等方法。冷热试验可反映半规管的低频功能,vHIT可评估半规管的高频功能,两者结合使用可有效反映半规管功能;cVEMP和oVEMP则用于检测球囊和椭圆囊的状态,用于评估耳石器及其传导通路的状态。

目前,对ALHL患者前庭功能的评估并未取得一致结论。一些研究提示前庭功能障碍在ALHL患者中普遍存在^[4],另一些研究则认为前庭功能损伤并不普遍或不明显^[7]。本研究通过结合上述方法,系统分析ALHL患者的前庭功能特点,以更好地了解ALHL的内耳病变范围和严重程度,为临床诊断和治疗提供科学依据。

1 对象与方法

1.1 研究对象

选取2021年11月~2024年4月于浙江大学医学院附属第二医院耳鼻喉科就诊,符合日本厚生劳动省难治性听力损失研究委员会^[8]修订的诊断标准,40例ALHL患者作为研究组。其中男性12例(30%),女性28例(70%),平均年龄 32.08 ± 6.23 岁,平均就诊时间 $3.00(2.00, 7.00)$ 天。主要表现为单侧耳发病,左右耳发病率各占50%,首发症状以耳鸣(75%)和耳闷(65%)为主。

纳入标准:(1)急性或突然出现耳闷、耳鸣、听力下降;(2)低频听力损失,即125、250、500 Hz的低频听阈之和 ≥ 70 dB HL,2000、4000、8000 Hz高频听阈之和 ≤ 60 dB HL;(3)无眩晕感;(4)原因不明;(5)鼓膜检查无异常,鼓室图呈A型曲线;(6)年龄18~55岁;(7)发病到入院就诊时间 ≤ 10 天。排除标准:患有中耳疾病、既往梅尼埃病、听神经瘤和大前庭水管综合征等患者,以及眼部疾病不能配合检查患者。同时,从内部员工、实习生及就诊陪护家属中招募40例健康志愿者作为对照组。该研究经医院伦理委员会批准[(2022)伦审研第(0434)号],所有参与者均签署知情同意书。

1.2 研究方法

所有参与者在入组当天均接受纯音测听、冷热试验、vHIT、cVEMP和oVEMP等前庭功能检查。纯音测听:受试者佩戴头戴式耳机,采用升5降10的方法,分别测试气导和骨导的听阈阈值。冷热试验:依据眼震慢相速度散点图(蝶形图)及相关参数进行判定。半规管轻瘫(canalar paresis, CP)值超过25%、优势偏向(directional preponderance, DP)值超过30%视为异常^[9]。vHIT试验:依据前庭眼反射(vestibular ocular reflex, VOR)增益值和扫视波的出现进行判定。水平半规管VOR增益值低于0.79、不对称比超过7%;垂直半规管VOR增益值低于0.7、不对称比超过14%;或扫视波峰值角速度超过 $100^\circ/\text{s}$,均判定为异常。若三对半规管中有一个或多个功能异常,则vHIT结果判定为异常^[10]。cVEMP检查:波形中P1波峰通常出现在约13 ms,N1波谷出现在约23 ms;oVEMP检查:波形中N1波谷出现在约10 ms,P1波峰出现在约15 ms。测量P1-N1振幅差,若振幅不对称比(asymmetric ratio, AR)超过34%,或连续3次未见可重复波形,则判定为异常^[11]。

1.3 疗效评估

在治疗过程中,若患者达到痊愈标准,即可以停止治疗。未治愈者以3周后结束疗程的最后一次听力检查为最终结果。参照日本厚生劳动省难治性听力损失研究委员会^[8]修订的ALHL听力改善标准:①完全恢复(治愈):低频各频率听阈均 < 20 dB或恢复到健耳水平;②部分恢复(好转):低频平均听力或相邻2个频率听力改善 > 10 dB,但未达到治愈标准;③无变化:与初诊相比,低频平均听力或相邻2个频率听力变化 < 10 dB;④恶化:低频平均听力或相邻2个频率听力较治疗前下降10 dB以上。治愈和好转判定为有效,无变化和恶化判定为无效。

1.4 统计学分析

采用SPSS 26.0软件进行数据分析。ALHL组与对照组前庭功能异常率的差异比较采用 χ^2 检验;对ALHL治疗效果是否有效的研究指标进行差异性分析,筛选出的有统计学意义的变量纳入二元Logistic回归模型进行结局事件的影响因素分析。所有统计检验均采用双侧检验, $P < 0.05$ 表示差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 ALHL组与对照组前庭功能比较

ALHL组在冷热试验($P < 0.001$)、vHIT($P = 0.012$)、cVEMP($P < 0.001$)和oVEMP($P < 0.001$)检查中的异常率与对照组相比有显著差异,见表1。

表1 ALHL组与对照组的前庭功能检查结果比较[n(%)]

	冷热试验		vHIT		cVEMP		oVEMP	
	正常	异常	正常	异常	正常	异常	正常	异常
ALHL组[n=40]	20(50.0)	20(50.0)	30(75.0)	10(25.0)	29(72.5)	11(27.5)	21(52.5)	19(47.5)
对照组[n=40]	39(97.5)	1(2.5)	38(95.0)	2(5.0)	40(100.0)	0(0.0)	37(92.5)	3(7.5)
χ^2	23.309		6.275		12.754		16.050	
P	<0.001*		0.012*		<0.001*		<0.001*	

*P<0.05,下同

2.2 前庭功能状态与ALHL治疗效果的关系

治疗结束后,24例患者听力完全恢复,5例部分恢复,11例无变化。总体治疗有效率为72.5%。进一步将患者分为有效组(29例)和无效组(11例),并对两组的研究指标进行差异性分析(见表2)。两组间年龄、侧别、耳鸣、耳闷、及冷热试验、cVEMP和oVEMP等前庭功能检查结果异常率无显著差异。有效组和无效组间vHIT异常率($\chi^2=5.057, P=0.025$)有显著差异。

将差异性分析筛选出的有统计学意义变量的vHIT异常变量纳入二元Logistic回归进行影响因素筛选。经二元Logistic回归分析可知,相对于vHIT正常患者,vHIT异常患者发生好转可能性减少0.840倍(OR=0.160, 95%CI:0.028-0.927),见表3。

对vHIT异常患者的半规管损伤模式及其对应的治疗效果研究结果显示,在10例vHIT异常患者中,6例治疗无效,4例治疗有效。单侧后半规管损伤的7例患者中,4例治疗无效,3例治疗有效;单侧水平半规管损伤的1例

患者治疗无效;双侧后半规管损伤的1例患者治疗有效;水平和后半规管同时损伤的1例患者治疗无效。

3 讨论

ALHL虽然与MD有类似的发病机制,不同的是,ALHL患者通常不会出现明显的平衡功能障碍或眩晕症状。因此,既往研究大多集中于ALHL的耳蜗病变,而对内耳前庭系统损伤的认识相对缺乏。

针对这一现状,本研究对ALHL患者的前庭功能进行了深入探索。结果显示ALHL患者在冷热试验、vHIT、cVEMP和oVEMP等前庭功能检查中,异常率明显高于对照组。表明即使ALHL患者没有眩晕症状,其半规管和耳石器官功能也可能已存在亚临床损伤。这些发现与李菊红^[12]、吕哲等^[13]研究结果一致。然而,也有研究提出了不同观点。Im等^[7]发现ALHL患者患侧和正常侧的VEMP检查结果无显著差异,尽管冷热试验结果稍低于正常侧,但差异未达统计学意义,提示耳石器和半规管功

表2 ALHL有效组和无效组研究指标差异性分析[n(%)]

变量		有效组(n=29)	无效组(n=11)	检验量	P
年龄($\bar{x}\pm s$)		32.21±6.18	31.73±6.65	$t=-0.215$	0.831
患耳侧别	左	15 (51.72)	5 (45.45)	$\chi^2=0.125$	0.723
	右	14 (48.28)	6 (54.55)		
耳鸣	否	7 (24.14)	3 (27.27)	$\chi^2=0.001$	0.999
	是	22 (75.86)	8 (72.73)		
耳闷	否	11 (37.93)	3 (27.27)	$\chi^2=0.068$	0.795
	是	18 (62.07)	8 (72.73)		
冷热试验异常	否	14 (48.28)	6 (54.55)	$\chi^2=0.125$	0.723
	是	15 (51.72)	5 (45.45)		
vHIT异常	否	25 (86.21)	5 (45.45)	$\chi^2=5.057$	0.025*
	是	4 (13.79)	6 (54.55)		
cVEMP异常	否	22 (75.86)	7 (63.64)	$\chi^2=0.142$	0.706
	是	7 (24.14)	4 (36.36)		
oVEMP异常	否	16 (55.17)	5 (45.45)	$\chi^2=0.302$	0.583
	是	13 (44.83)	6 (54.55)		

表3 治疗有效影响因素的逻辑回归模型

指标	β	SE	Wald	P	OR	95% CI	
						下限	上限
vHIT 正常					参照		
vHIT 异常	-1.831	0.895	4.182	0.041*	0.160	0.028	0.927
常量	2.306	0.666	12.000	0.001*	10.039		

能相对完整。Wu 等^[14]也发现大多数 ALHL 患者的 VEMP 正常,耳石器官损害较少。这些研究结果存在一定差异,可能与所采用的检查手段和敏感性等因素有关。

尽管本研究揭示了 ALHL 患者存在前庭功能损伤,但这类患者就诊时并未表现出眩晕症状。分析其原因,在睁眼状态下,即使存在轻微前庭障碍,患者也可通过视觉和本体感觉进行代偿,维持平衡能力。然而,在闭眼且本体感觉受阻测试中,ALHL 患者的静态平衡显著下降,反映了前庭功能障碍对平衡的影响^[15]。当前庭系统受损时,患者可能依赖健侧前庭及视觉、本体感觉等系统补偿,避免出现明显眩晕症状。此外,前庭功能障碍可能源自神经和感觉细胞的超微结构或生化环境改变,而非器官本身的形态学变化^[16]。

除 ALHL 患者前庭功能状况是否受到损伤这一关键问题外,ALHL 的预后一直是临床研究的热点。目前普遍认为 ALHL 患者的预后较为乐观,听力完全恢复率为 50%~80%^[17]。本研究中,72.5% 的患者在治疗后听力完全或部分恢复,与现有文献一致。前庭功能损害与 ALHL 预后的相关性尚未达成一致^[17]。陈磊等^[18]和王明明等^[19]研究发现,冷热试验异常与 ALHL 患者听力预后存在显著相关。提示前庭器官功能障碍可能与内耳病理改变相关,从而影响听力恢复。江黎珠等^[20]通过对 60 例单侧首次发作 ALHL 患者的 VEMP 检查发现,异常的 cVEMP 和 oVEMP 是患者不能痊愈的独立危险因素,可能与 ALHL 患者淋巴积水不易消退有关。因此,cVEMP 和 oVEMP 异常提示 ALHL 患者听力恢复较差。前庭功能全部正常或仅部分异常患者预后较好,前庭功能均异常者预后较差^[21]。这些结果均表明前庭功能的完整性与 ALHL 治疗效果和预后相关。然而,Im 等^[7]未发现 ALHL 患者听力恢复与 VEMP、冷热试验等前庭评估结果存在明显相关性。Jiang 等^[22]也未观察到冷热试验及 vHIT 异常与听力恢复程度存在显著差异。对于 vHIT 检查,异常患者的不完全恢复率与正常者相当,没有显著差异。提示前庭功能异常可能并非 ALHL 预后的关键因素。

本研究结果显示,尽管冷热试验、cVEMP 和 oVEMP 异常与预后无显著相关,但 vHIT 检查异常与治疗效果不佳存在相关性。具体而言,vHIT 异常患者发生好转的可

能性减少 0.840 倍,提示 vHIT 异常患者听力预后较差。笔者认为这可能与前庭功能损害机制有关。前庭系统对低频刺激敏感的 II 型毛细胞,较高频刺激敏感的 I 型毛细胞更易受损^[23]。在 ALHL 发病初期,损害可能主要集中在 II 型毛细胞,表现为低频功能下降,但在日常活动中可得到一定补偿。随着病程进展,损害逐步扩展至 I 型毛细胞,导致高频功能障碍。这一发现为理解 vHIT 异常与听力预后之间的关系提供了新视角。鉴于 vHIT 检查异常与治疗效果不佳之间存在相关性,本研究对 10 例 vHIT 异常患者的半规管损伤模式进行了深入分析。结果表明,ALHL 患者的 vHIT 异常主要以单侧后半规管高频损伤为主。这可能与后半规管的解剖位置和血供特点有关。后半规管位于内耳后下方,其血液供应相对较末梢,在内耳缺血、炎症或膜迷路积水时可能更易受到影响。

本研究存在一定局限性。首先,样本量相对较小,特别是 vHIT 异常患者仅 10 例,各种半规管受累模式的病例数量有限,限制了深入的亚组分析和对不同受累模式与预后关系的准确评估。其次,本研究未与特发性突发性感音神经性听力损失组进行前庭功能比较,难以全面评估 ALHL 与其他类型突发性耳聋在前庭功能上的差异及其对预后的影响。尽管如此,前庭功能评估,特别是半规管高频检测,有助于预测 ALHL 患者预后,为临床诊治提供参考。

参考文献

- [1] Abe T, Tsuiki T, Murai K, et al. Review of the evaluation criteria for low tone sudden deafness[J]. Nihon Jibiinkoka Gakkai Kaiho, 1992, 95(1): 7-14.
- [2] 中国突发性聋多中心临床研究协作组. 中国突发性聋分型治疗的多中心临床研究[J]. 中华耳鼻咽喉头颈外科杂志, 2013, 48(5): 355-361.
- [3] 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, 29(9): 884-889.
- [4] Morita S, Nakamaru Y, Fujiwara K, et al. The short- and long-term outcome of intratympanic steroid therapy as a salvage treatment for acute low-tone sensorineural hearing loss without episodes of vertigo [J]. Audiol Neurootol, 2016, 21(3): 132-140.
- [5] Vofo G, De Jong MA, Kaufman M, et al. The impact of vestibular symptoms and electronystagmography results on recovery from sudden sensorineural hearing loss[J]. J Basic Clin Physiol Pharmacol, 2023, 34(4): 489-494.
- [6] 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.
- [7] Im GJ, Kim SK, Choi J, et al. Analysis of audio-vestibular assessment in acute low-tone hearing loss[J]. Acta Otolaryngol, 2016, 136(7): 649-654.

(下转 599 页)