

低频振动剪切应激治疗单侧前庭功能低下患者的疗效分析

赵真¹, 郑贵亮², 王俊¹, 张丙文¹

1. 南京医科大学附属南京医院/南京市第一医院 耳鼻咽喉头颈外科, 江苏 南京 210006

2. 上海交通大学医学院附属新华医院 耳鼻咽喉头颈外科, 上海 200092

摘要: **目的** 探讨低频振动剪切应激治疗单侧前庭功能低下患者的疗效。 **方法** 选择被诊断为单侧前庭功能低下的患者 152 例。所有患者既往病史均为前庭神经炎且伴有眩晕后遗症。根据治疗方法将其分为低频振动治疗组、前庭康复治疗组, 每组各 76 例。低频振动治疗组于患侧乳突进行 100 Hz 低频振动, 前庭康复治疗组则给予常规康复训练。两组患者均持续治疗 2 周。治疗前及治疗后的第 2 周复诊完成相关评分测试。采用头晕残疾功能评分 (dizziness handicap inventory, DHI) 及眩晕视觉模拟评分 (visual vertigo analogue scale, VVAS), 其中 DHI 评分分别计算三个子维度得分即躯体评分 (DHI-P)、情感评分 (DHI-E)、功能评分 (DHI-F) 以及总分 DHI-T, 评价低频振动治疗在单侧前庭功能低下患者中眩晕康复的作用。 **结果** 按照 DHI 总分改善 18 分以上为有效, 对研究所得数据进行统计分析后, 得出低频振动治疗组和前庭康复治疗组的总有效率分别为 77.63%、82.89%, 差异无统计学意义 ($P=0.415$); 低频振动治疗和前庭康复组治疗前及治疗后的 DHI-P、DHI-E、DHI-F、DHI-T 以及 VVAS 评分比较, 差异有统计学意义 (P 均 <0.01)。 **结论** 经乳突低频振动与常规康复训练的疗效差异无统计学意义, 且不会引起明显副作用。但前庭康复锻炼对康复师以及康复场地均有较高要求, 而低频振动治疗法克服了上述局限, 且可行性更高, 易于普遍开展。

关键词: 低频振动; 剪切应激; 前庭功能低下; 眩晕

中图分类号: R764.35 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673-3770(2025)01-0023-06

引用格式: 赵真, 郑贵亮, 王俊, 等. 低频振动剪切应激治疗单侧前庭功能低下患者的疗效分析[J]. 山东大学耳鼻喉眼学报, 2025, 39(1): 23-28. ZHAO Zhen, ZHENG Guiliang, WANG Jun, et al. Analysis of the curative efficacy of low-frequency vibration shear stress on patients with unilateral vestibular dysfunction[J]. Journal of Otolaryngology and Ophthalmology of Shandong University, 2025, 39(1): 23-28.

Analysis of the curative efficacy of low-frequency vibration shear stress on patients with unilateral vestibular dysfunction

ZHAO Zhen¹, ZHENG Guiliang², WANG Jun¹, ZHANG Bingwen¹

1. Department of Otorhinolaryngology & Head and Neck Surgery, Nanjing First Hospital, Nanjing Medical University, Nanjing 210006, Jiangsu, China

2. Department of Otorhinolaryngology & Head and Neck Surgery, Xinhua Hospital, Shanghai Jiaotong University School of Medicine, Shanghai 200092, China

Abstract: Objective To investigate the effect and value of low frequency vibration on vestibular rehabilitation in patients with unilateral vestibular dysfunction. **Methods** From July, 2019 to December, 2023, all patients admitted to the Department of Otolaryngology Head and Neck Surgery of our Hospital with a history of vestibular neuritis and sequelae of vertigo were diagnosed with unilateral vestibular dysfunction. 152 patients were randomly divided into low-frequency vibration therapy group and vestibular rehabilitation therapy group, excluding patients with poor medical compliance and lost to follow-up, there were 76 cases in each group. The patients in the low-frequency vibration treatment group were treated with 100 Hz low-frequency vibration through the affected side mastoid for 2 weeks. Patients in the vestibular rehabilitation treatment group were received routine rehabilitation training for 2 weeks. The relevant score tests were performed before treatment and at the 2nd week after treatment. We performed a comparative statistical analysis of the Dizziness Handicap Inventory (DHI) and the Visual Vertigo Analogue Scale (VVAS) before and after treatment, respectively. The DHI score was calculated with three sub-dimensions, namely soma score(DHI-P), emotion score(DHI-E), function score(DHI-F) and total score (DHI-T), and then to evaluate the value of low-frequency vibration therapy on vertigo rehabilita-

收稿日期: 2024-06-17

基金课题: 南京市卫生科技发展专项资金项目[宁卫财务(2021)67第20号]

通信作者: 张丙文。E-mail: njsdyzwb@163.com

tion in patients with unilateral vestibular dysfunction. **Results** The total DHI score improvement of more than 18 points was effective. The total effective rate was 77.63% in the low-frequency vibration treatment group and 82.89% in the vestibular rehabilitation group, with no statistical significance ($P=0.415$). There were significant differences in the scores of DHI-P, DHI-E, DHI-F, DHI-T and VVAS in the pre-treatment and post-treatment scores between the low-frequency vibration treatment and vestibular rehabilitation groups ($P<0.01$). **Conclusion** The effective rates between the two groups of low-frequency vibration delivered to the mastoid process and the conventional vestibular rehabilitation exercises in improving vertigo symptoms are equivalent, and low-frequency vibration delivered to the mastoid process has no other adverse effects on patients. However, compared with vestibular rehabilitation exercises that require professional rehabilitators and professional sites, low-frequency vibration therapy for vertigo rehabilitation in patients with unilateral vestibular dysfunction is simple to operate, has no special site requirements, and has little difficulty in technician training.

Key words: Low-frequency vibration; Shear stress; Vestibular hypofunction; Vertigo

机体在平衡保持过程中,需依靠前庭、视觉和本体感觉器来感知身体状态、运动和相关的刺激信号,这些信号通过中枢系统进行整合,在此基础上控制身体保持适宜位置,这三个感受器也被称作为平衡三联,其中最主要的为前庭系统^[1-2]。在机体空间定位时发生故障,由此产生的位置性或运动性错觉,并随之出现的诸多不适症状,称之为眩晕。在前庭功能障碍情况下,容易出现眩晕和头晕,如平衡失调、姿势不协调、头重脚轻等,如未及时干预而影响耳蜗情况,则会产生耳聋、耳鸣相关的病症^[3]。单侧前庭功能低下具体表现为外周前庭神经传入功能障碍,其产生原因主要是前庭神经炎、梅尼埃病、迷路炎等,患者容易出现头晕、平衡障碍相关症状,影响生活和学习,严重时还会产生心理异常^[4]。常用的方临床法为前庭功能康复^[5-7],具体划分为运动适应、替代和习服^[8],在治疗时需要专业的康复训练师,且在眩晕中心开展,这对其实际应用产生一定制约。

邹静等^[9]在临床中发现临床内淋巴囊手术缓解眩晕的机理并非是改善患者内淋巴分流,而是在磨钻过程中产生低频振动,从而诱发相关的前庭的剪切应激反应。邹静教授团队^[10]在进行了大量的理论和实验研究后,提出了内耳剪切应激反应假说,根据这种假设,振动经颅骨传递,在治疗过程中对内耳剪切应激刺激,从而实现眩晕治疗目的。为使理论研究向临床治疗转化,邹静设计出一种针对乳突投放低频振动装置(图 1、图 2)。这种设备在治疗过程中通过乳突皮肤向前庭靶向施加低频振动传感信号,从而促使相应的剪切应激反应。大量临床经验表明,这种方法可有效的治疗单侧前庭功能低下相关的眩晕症状,表现出较高的应用价值,这也为低频振动在眩晕康复治疗领域的应用提供支持,此外对梅尼埃病患者而言,这种方法优势明显^[10],表现为无创安全,可以刺激前庭感受器,是一种安全且可

靠的治疗手段,并显著控制眩晕、减轻耳鸣症状,治疗后患者头部不适感明显缓解^[11]。

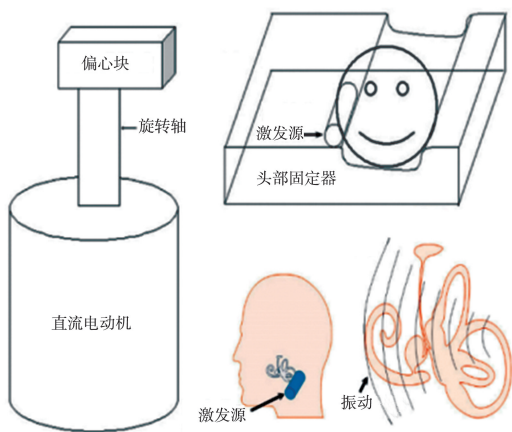


图 1 内耳低频振动剪切应激摆式正弦振荡器
Figure 1 Oscillating sinusoidal oscillator under low frequency vibration shear stress in inner ear

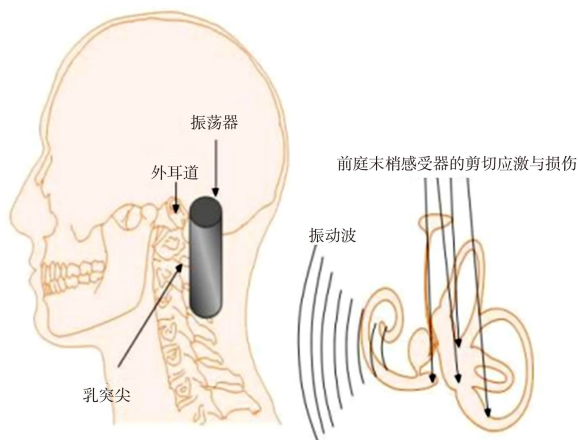


图 2 正弦振荡器的作用部位与效应示意图
Figure 2 Action site and effect diagram of oscillating sinusoidal oscillator

临床治疗眩晕患者,主要是通过相关仪器经乳突向前庭末梢器官投放低频信号,以此来修正前庭功能异常,这种方法治疗后患者的听力功能不会受到影响^[12],可很好地满足梅尼埃病患者的康复要求。实验研究结果表明,经乳突低频振动靶向投放

剪切应激方法对这类患者的效果显著,可更好改善患者的眩晕症状,表现出较高应用价值。

1 资料与方法

1.1 临床资料

2019 年 7 月至 2023 年 12 月在南京市第一医院耳鼻咽喉头颈外科就诊患者中,选择因既往前庭神经元炎病史且伴有眩晕后遗症诊断为单侧前庭功能低下的患者 152 例。按照随机数字表法分为低频振动治疗组和前庭康复治疗组,每组各 76 例。低频振动治疗组男 22 例、女 54 例;32~74 岁,平均(49.63±9.93)岁;病史 1.5~9.5 年,平均(3.88±1.73)年。前庭康复治疗组男 26 例、女 50 例;29~68 岁,平均(50.59±11.28)岁;病史 1.0~9.4 年,平均(3.91±2.05)年。两组患者的性别、年龄及病程差异均无统计学意义($P>0.05$)。

本研究所有程序都遵守《赫尔辛基宣言》原则,所有研究对象均签署知情同意书,且经南京市第一医院伦理委员会审批通过(KY20200905)。

纳入标准:患者均因头晕/眩晕为主诉就诊,通过问诊、体查、纯音测听、冷热水试验等确诊。冷热水试验中,30℃和 44℃冷热水灌注时,半规管轻瘫值(canal paresis, CP) $I>30%$ ^[13]。入组所有病例中患有高血压及糖尿病等基础疾病的患者,其血压及血糖需控制良好。

排除标准:排除中枢病变及视觉、肌肉骨骼等容易出现误诊的疾病;已进行前庭康复,进行过头颅及乳突中耳手术,关节、脊柱手术。排除合并有心脏、肝肾等重要脏器严重受损患者,排除精神类疾病史及药物不良嗜好患者,排除医从性差、不能及时随访复诊的患者。

1.2 治疗与评分

1.2.1 治疗方案

低频振动治疗组在治疗过程中,主要是通过低频振动电磁仪,利用仪器开启低频振动开关(关闭电磁开关)产生低频振动信号到患侧乳突,每周干预 2 次,30 min/次,持续 2 周;前庭康复治疗组主要是开展 TECNOBODY(平衡测试及训练系统)平衡测试及感觉整合训练、前庭功能训练等,1 次/d,30 min/次,每周训练 5 d,持续 2 周。在治疗前和治疗后的第 2 周均进行复诊,且确定出研究对象的头晕残障功能评分(Dizziness Handicap Inventory, DHI)及视觉眩晕模拟量表评分(Visual Vertigo Analogue Scale, VVAS)。

1.2.2 评分

眩晕障碍量表(dizziness handicap inventory, DHI):DHI 评分用于评价头晕/眩晕患者的主观感受情况,据此来判断患者的病情严重性,以及受到的影响情况,可划分为躯体、自身情感和前庭功能等方面内容,同时还可以评价疗效。本文应用了中华耳鼻咽喉头颈外科杂志最新汉化版^[14],主要包括躯体、情感和功能三个维度及总分。即头晕残障功能评分-躯体、头晕残障功能评分-情感、头晕残障功能评分-功能、头晕残障功能评分-总分(DHI-P、DHI-E、DHI-F、DHI-T)每个维度中包括 7~9 个题目,共 25 个题目。在评价过程中主要是让研究对象对各题目进行打分,将所得结果相加,从而得到各维度得分及总分。然后代入数据确定出治疗前后得分差值,如差值大于 18 分则认为进步明显,基于相关分级标准进行判断:0~30 分、31~60 分、61~100 分,分别对应于轻、中和重度障碍。总分改善 >18 分则认定有效^[14]。

视觉虚拟评分法(visual virtual analogue scale, VVAS):主要是基于自身主观感受来进行评价,分值和眩晕严重性正相关。该量表是 2011 年由 Dannenbaum 等^[15]疼痛评估量表的基础上进一步改良后提出,用于检测患者视觉性眩晕,并验证患者症状的进展情况。问卷描述了患者在生活中有可能会刺激视觉眩晕从而引发头晕、恶心及失衡等九个场景。例如当患者看电影时引起不适或开车行至十字路口等相对复杂交通时感到头晕。受试者根据自身的严重程度在 10 cm 的比例尺上进行标记,得分=(总分/回答项目数量) $\times 10$ 。其中,90~100 分提示视觉性眩晕严重。2017 年余海芸等^[16]将 VVAS 予以汉化,其 Cronbach's α 系数为 0.952,内部一致性和重测信度良好。视觉眩晕模拟量表与头晕残障功能评分呈正相关,近年来被广泛应用^[17]。

1.3 统计学处理

采用 SPSS 25.0 统计软件进行统计分析,计量资料采用 $\bar{x}\pm s$ 描述,两组患者的 DHI 评分、VVAS 评分的组间比较采用 t 检验。计数资料描述采用构成比表示,两组患者的眩晕改善情况比较差异采用 χ^2 检验。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 治疗前后两组患者 DHI 及 VVAS 评分比较

治疗前,两组患者均予以 DHI-P、DHI-E、DHI-F、DHI-T 及 VVAS 评分,两组差异均无统计学意义(P 均 >0.05)。治疗后,两组患者在眩晕主诉均有不

同程度的改善, DHI-P、DHI-E、DHI-F、DHI-T 等评分以及 VVAS 评分, 相比治疗前均显著降低, 差异均有统计学意义 ($P < 0.01$)。治疗后低频振动组与前

庭康复组的 DHI、VVAS 评分差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。治疗前后两组患者 DHI 及 VVAS 评分情况比较, 见表 1。

表 1 治疗前后低频振动组与前庭康复组 DHI 及 VVAS 评分情况比较
Table 1 Comparison of DHI and VVAS scores between low-frequency vibration group and vestibular rehabilitation group before and after treatment

项目	治疗前		<i>t</i>	<i>P</i>	治疗后		<i>t</i>	<i>P</i>
	低频振动组	前庭康复组			低频振动组	前庭康复组		
DHI-P	23.01±2.59	23.25±2.35	0.598	0.551	16.05±3.39*	15.34±2.80 [△]	1.408	0.161
DHI-E	24.24±2.93	24.45±2.84	0.449	0.654	16.99±3.31*	16.76±2.90 [△]	0.456	0.649
DHI-F	24.18±2.75	24.29±2.67	0.250	0.803	17.22±3.46*	16.82±2.93 [△]	0.769	0.443
DHI-T	71.43±7.11	71.99±6.88	0.493	0.622	50.26±8.74*	48.92±7.31 [△]	1.025	0.307
VVAS	71.29±6.30	71.00±6.40	0.282	0.779	52.64±11.22*	49.59±9.73 [△]	1.790	0.075

注: * 表示治疗后的低频振动组与治疗前的低频振动组比较, P 均 < 0.01 ; Δ 表示治疗后的前庭康复组与治疗前的前庭康复组比较, P 均 < 0.01 。

2.2 治疗后两组患者眩晕改善情况比较

两组患者经治疗后, 按照 DHI 总分改善 > 18 分为有效, 2 个组患者的有效率分别为 77.63%

(59/76)、82.89% (63/76), 差异无统计学意义 ($P > 0.05$), 治疗后低频振动组与前庭康复组眩晕改善情况, 见表 2。

表 2 治疗后低频振动组与前庭康复组眩晕改善情况比较
Table 2 Comparison of vertigo improvement between low frequency vibration group and vestibular rehabilitation group after treatment

组别	人数	有效	无效	χ^2	<i>P</i>
低频振动组	76	59 (77.63)	17 (22.37)	0.665	0.415
前庭康复组	76	63 (82.89)	13 (17.11)		

3 讨论

前庭功能障碍有着较高的发病率, 相关调查研究^[18]显示在各年龄段中前庭功能障碍的发病率约 9%, 并且本病的发生率与年龄为正相关, 尤其是对于 70 岁以上的患者群体, 超过一半的人存在前庭功能障碍。同时该研究表明, 在超过 60 岁的老年患者群体中, 将近 1/3 的患者需要药物或康复治疗^[18]。老年人患此病不仅会在生活层面带来不便, 还有更为严重的跌倒风险, 严重降低患者生存质量。因此, 采取针对性的措施进行干预非常必要。

近年来, 以前庭功能代偿和重塑为基础的前庭康复治疗已被广泛证实为治疗眩晕及前庭疾病的有效方法^[19], 患者经过一段时间的前庭康复治疗, 机体不平衡、跌倒、头晕等症状明显减轻, 且不良情绪得以缓解。随着科学技术的不断发展, 人类提出了更多的干预措施^[20]。现阶段, 临床上应用较为广泛的治疗方法是基于可穿戴辅助设备的康复治疗, 基于虚拟现实的康复治疗等^[21], 但这种方法对康复医师和康复场地有较高的要求, 且需要医疗机构提供相应的硬件、软件设施。当前, 我国在前庭功能康复治疗方面未能得以全面推广, 多在大型医院或眩晕中心开展。鉴于此, 一些学者不断探索更为高效、

便捷的前庭康复治疗方法, 以使更多患者从中受益。

前庭康复治疗已从最初的统一单纯康复训练逐步转化发展为基于循证医学的更为个体化、精准化的治疗, 尤其是针对患者外周前期功能减退的治疗疗效已经得到广泛证实和推荐^[22]。有学者研究发现, 老年患者利用震动触觉反馈练习可增强机体的协调能力, 降低跌倒风险^[23]。邹静等^[10]在不断总结临床经验的基础上, 研发出一种新的低频振动治疗设备。经检验, 该设备辅助治疗能够明显改善患者平衡能力。邹静等在前期的理论基础研究中发现, 向前庭投放剪切应激可调节耳蜗前庭细胞 MAPK 通路, 从而改变相应的蛋白磷酸化水平, 达到加速中枢前庭代偿的目的。经颅骨传递的低频振动, 对内耳前庭细胞产生剪切应激刺激, 提高了细胞自噬反应, 降低了细胞炎性表达, 从而缓解患者的眩晕症状。低频振动治疗设备已应用与临床治疗, 可明显缓解梅尼埃病患者的眩晕症状, 尤其对单侧前庭功能障碍和后期不断发展的顽固性眩晕患者。

本研究发现, 低频振动组和前庭康复组共计有 29 例患者经治疗无明显改善, 进一步的对比分析, 这部分患者中男性无效的占比较女性高, 这一结论与 Toshishige 等^[24]的研究结果类似, 可见女性治疗效果明显优于男性。这可能与女性患者相较于男性

在生活习惯、作息规律、精神压力、焦虑情绪以及平衡功能控制等因素有关^[24]。两组经治疗共有 29 例无明显改善的患者,应逐步开展个体化、精准化治疗措施,如医师监督与家庭、医院治疗相结合模式^[25]。在整体综合治疗中,不仅要做到准确诊断,还需根据患者的实际情况予以针对性的治疗,以改善其生存治疗^[26]。现阶段,临床上常用的疗法包括综合药物治疗以及前庭康复治疗等^[27],它们各有优缺点并适用于不同场景。通过对低频振动组和前庭康复组的患者疗效比较可以得出,需结合前庭康复理疗的训练优势,发挥低频振动的剪切应激特点,建立习服训练,如头部训练、视动刺激,建立新的前庭代偿模式^[28]。针对单侧前庭功能损伤的不同程度,患者症状的轻重,相结合两种治疗方法,选择最适合的个体化治疗,使患者症状得到有效控制。

单侧前庭功能障碍的患者治疗后症状能够得到明显缓解,大多数患者可以恢复全部或大部分活动。国内前庭康复治疗起步晚,特别是针对单侧前庭功能低下患者^[29]。本研究中,经患侧乳突靶向投放低频振动产生剪切应激,观察了这种方法的治疗效果,并对观测数据进行统计分析。结果显示与传统康复训练相比,低频振动能够更为有效的缓解症状,且安全性高。另外,传统疗法对康复师和场地要求高,低频振动治疗前庭功能障碍具有操作简便,无特殊要求,利于开展临床治疗和普及推广。本研究结果显示,低频振动疗法在短期内可获得较为理想的疗效,然而未能明确其长期效果,还需作深入的研究。

参考文献:

[1] Quatman-Yates CC, Hunter-Giordano A, Shimamura KK, et al. Physical therapy evaluation and treatment after concussion/mild traumatic brain injury [J]. *J Orthop Sports Phys Ther*, 2020, 50(4): CPG1-CPG73. doi: 10.2519/jospt.2020.0301

[2] García-Muñoz C, Cortés-Vega MD, Heredia-Rizo AM, et al. Effectiveness of vestibular training for balance and dizziness rehabilitation in people with multiple sclerosis: a systematic review and meta-analysis [J]. *J Clin Med*, 2020, 9(2): 590. doi:10.3390/jcm9020590

[3] Huang TC, Wang SJ, Kheradmand A. Vestibular migraine: an update on current understanding and future directions [J]. *Cephalalgia*, 2020, 40(1): 107-121. doi: 10.1177/0333102419869317

[4] Weidt S, Bruhl AB, Straumann D, et al. Health-related quality of life and emotional distress in patients with dizziness: a cross-sectional approach to disentangle their relationship [J]. *BMC Health Serv Res*, 2014, 14: 317. doi:

10.1186/1472-6963-14-317

[5] Arnold SA, Stewart AM, Moor HM, et al. The effectiveness of vestibular rehabilitation interventions in treating unilateral peripheral vestibular disorders: a systematic review [J]. *Physiother Res Int*, 2017, 22(3). doi:10.1002/pri.1635

[6] Hillier S, McDonnell M. Is vestibular rehabilitation effective in improving dizziness and function after unilateral peripheral vestibular hypofunction? An abridged version of a Cochrane Review [J]. *Eur J Phys Rehabil Med*, 2016, 52(4): 541-556

[7] Liliou A, Chimona T, Nikitas C, et al. The effect of supervision in vestibular rehabilitation in patients with acute or chronic unilateral vestibular dysfunction: a systematic review [J]. *Otol Neurotol*, 2021, 42(10): 1422-1431. doi:10.1097/MAO.0000000000003354

[8] Hall CD, Herdman SJ, Whitney SL, et al. Vestibular rehabilitation for peripheral vestibular hypofunction: an updated clinical practice guideline from the academy of neurologic physical therapy of the American physical therapy association [J]. *J Neurol Phys Ther*, 2022, 46(2): 118-177. doi:10.1097/NPT.0000000000000382

[9] Pyykko I. Outcomes of endolymphatic shunt surgery in ménière's disease indicate potential contribution of shear stress instead of relieving the endolymphatic Hydrops [J]. *Otolaryngology*, 2014, 4(3). doi: 10.4172/2161-119x.1000171

[10] 邹静, Ilmari Pyykkö. 内淋巴囊手术治疗梅尼埃病与剪切应激反应 [J]. *中华耳科学杂志*, 2012, 10(2): 255-259. doi:10.3969/j.issn.1672-2922.2012.02.028

[11] Zou J, Peng R, Zheng G, et al. Improvement in the inner ear symptoms of patients with Meniere's disease after treatment using low-frequency vibration: a preliminary report [J]. *Edorium Journal of Otolaryngology*, 2015. doi:10.5348/O04-2015-5-OA-2

[12] 彭日顺子, 郑贵亮, 张青, 等. 低频旋转乳突振动对正常志愿者听力的影响 [J]. *中华耳科学杂志*, 2015, 13(1): 110-114. doi: 10.3969/j.issn.1672-2922.2015.01.021

PENG Rishunzi, ZHENG Guiliang, ZHANG Qing, et al. Effects of rotatory low-frequency mastoid vibrations on auditory function in normal volunteers [J]. *Chinese Journal of Otolaryngology*, 2015, 13(1): 110-114. doi:10.3969/j.issn.1672-2922.2015.01.021

[13] Shepard NT, Jacobson GP. The caloric irrigation test [J]. *Handb Clin Neurol*, 2016, 137: 119-131. doi:10.1016/b978-0-444-63437-5.00009-1

[14] 张祎, 刘博, 王拥军, 等. 头晕评价量表中文版信度和效度分析 [J]. *中华耳鼻咽喉头颈外科杂志*, 2015, 50(9): 738-743. doi:10.3760/cma.j.issn.1673-0860.2015.

- 09.008
 ZHANG Yi, LIU Bo, WANG Yongjun, et al. Analysis of reliability and validity of the Chinese Version of Dizziness Handicap Inventory (DHI) [J]. *Chinese Journal of Otorhinolaryngology Head and Neck Surgery*, 2015, 50(9): 738-743. doi: 10.3760/cma.j.issn.1673-0860.2015.09.008
- [15] Dannenbaum E, Chilingaryan G, Fung J. Visual vertigo analogue scale: an assessment questionnaire for visual Vertigo [J]. *Journal of Vestibular Research*, 2011, 21(3): 153-159
- [16] 余海芸, 刘小龙, 李衍菲, 等. 视觉性眩晕量表的汉化及信效度分析 [J]. *中华耳科学杂志*, 2019, 17(3): 371-375. doi: 10.3969/j.issn.1672-2922.2019.03.018
 YU Haiyun, LIU Xiaolong, LI Yanfei, et al. The chinese translation and reliability and validity analysis of the visual vertigo scale [J]. *Chinese Journal of Otology*, 2019, 17(3): 371-375. doi: 10.3969/j.issn.1672-2922.2019.03.018
- [17] 祁晓媛, 宋宁, 顾平, 等. 前庭康复机制及治疗的研究进展 [J]. *中国全科医学*, 2022, 25(11): 1399-1405. doi: 10.12114/j.issn.1007-9572.2021.01.104
 QI Xiaoyuan, SONG Ning, GU Ping, et al. Research advances in vestibular rehabilitation mechanism and treatment [J]. *Chinese General Practice*, 2022, 25(11): 1399-1405. doi: 10.12114/j.issn.1007-9572.2021.01.104
- [18] Hall CD, Herdman SJ, Whitney SL, et al. Vestibular rehabilitation for peripheral vestibular hypofunction: an updated clinical practice guideline from the academy of neurologic physical therapy of the American physical therapy association [J]. *J Neurol Phys Ther*, 2022, 46(2): 118-177. doi: 10.1097/NPT.0000000000000382
- [19] García-Muñoz C, Cortés-Vega MD, Heredia-Rizo AM, et al. Effectiveness of vestibular training for balance and dizziness rehabilitation in people with multiple sclerosis: a systematic review and meta-analysis [J]. *J Clin Med*, 2020, 9(2): 590. doi: 10.3390/jcm9020590
- [20] Sulway S, Whitney SL. Advances in vestibular rehabilitation [J]. *Adv Otorhinolaryngol*, 2019, 82: 164-169. doi: 10.1159/000490285
- [21] Dunlap PM, Holmberg JM, Whitney SL. Vestibular rehabilitation: advances in peripheral and central vestibular disorders [J]. *Curr Opin Neurol*, 2019, 32(1): 137-144. doi: 10.1097/WCO.0000000000000632
- [22] 杨军, 郑贵亮. 外周前庭疾病的诊断和治疗 [J]. *山东大学耳鼻喉眼学报*, 2020, 34(5): 1-6. doi: 10.6040/i.issn.1673-3770.1.2020.074
- YANG Jun, ZHENG Guiliang. Diagnosis and management of peripheral vestibular diseases [J]. *Journal of Otolaryngology and Ophthalmology of Shandong University*, 2020, 34(5): 1-6. doi: 10.6040/i.issn.1673-3770.1.2020.074
- [23] Allum JH, Honegger F. Vibro-tactile and auditory balance biofeedback changes muscle activity patterns: possible implications for vestibular implants [J]. *J Vestib Res*, 2017, 27(1): 77-87. doi: 10.3233/VES-170601
- [24] Toshishige Y, Kondo M, Kabaya K, et al. Cognitive-behavioural therapy for chronic subjective dizziness: Predictors of improvement in Dizziness Handicap Inventory at 6 months posttreatment [J]. *Acta Otolaryngol*, 2020, 140(10): 827-832. doi: 10.1080/00016489.2020.1772994
- [25] Lilius A, Chimona T, Nikitas C, et al. The effect of supervision in vestibular rehabilitation in patients with acute or chronic unilateral vestibular dysfunction: a systematic review [J]. *Otol Neurotol*, 2021, 42(10): e1422-e1431. doi: 10.1097/MAO.00000000000003354
- [26] Lempert T, Olesen J, Furman J, et al. Vestibular migraine: diagnostic criteria [J]. *J Vestib Res*, 2022, 32(1): 1-6. doi: 10.3233/VES-201644
- [27] Teixido M, Casserly R, Melley LE. Lateral modified brandt-daroff exercises: a novel home treatment technique for horizontal canal BPPV [J]. *J Int Adv Otol*, 2021, 17(1): 52-57. doi: 10.5152/iao.2020.9452
- [28] Koc A, Cevizci Akkılıç E. Effects of vestibular rehabilitation in the management of patients with and without vestibular migraine [J]. *Braz J Otorhinolaryngol*, 2022, 88(3): S25-S33. doi: 10.1016/j.bjorl.2021.07.011
- [29] 中国老年医学学会眩晕/前庭医学分会, 国家卫生健康委员会能力建设和继续教育中心耳鼻喉科专家委员会. 前庭疾病前庭康复专家共识 [J]. *中华医学杂志*, 2024, 104(14): 1097-1107. doi: 10.3760/cma.j.cn112137-20231129-01237
 Chinese Geriatrics Society for Vestibular Disorders Expert Committee on Otolaryngology, National Health Commission Capacity Building and Continuing Education Center. Expert consensus on vestibular rehabilitation in vestibular disorders [J]. *National Medical Journal of China*, 2024, 104(14): 1097-1107. doi: 10.3760/cma.j.cn112137-20231129-01237