

前庭康复治疗的研究现状与应用

赵若欣¹, 鲁俊², 刘欣荣¹, 许光旭^{1,2}

【关键词】 前庭康复; 凝视稳定训练; 前庭电刺激; 前庭疾病

【中图分类号】 R49 【DOI】 10.3870/zgkf.2022.04.011

前庭康复治疗 (vestibular rehabilitation therapy, VRT) 是一种高度专业化设计的训练方法, 通过反复地刺激前庭系统, 促进前庭代偿的出现, 显著改善前庭疾病患者的眩晕、头晕等不适症状^[1]。由于前庭神经问题较为普遍且手术治疗成本高昂, 对于 VRT 的需求是显而易见的。近年来, 越来越多的证据表明 VRT 能够显著改善前庭功能减退患者的前庭动眼反射 (vestibulo-ocular reflex, VOR)、平衡功能、姿势控制、头晕、眩晕、运动敏感性、焦虑等问题, 从而改善预后, 提高患者的生活质量^[2]。

1 前庭康复治疗的方法

VRT 主要针对患者的双眼、头部和身体各部分的协调运动, 其治疗机制主要包括: 习惯化、前庭适应和感觉替代等。习惯化是指运用重复的、能够引起患者症状的动作直到他们不再对刺激产生不良反应。前庭适应的原理是通过反复进行头部和眼部的运动来帮助中枢神经系统适应由前庭系统输入的新的信息, 从而促进头部运动反应下前庭神经元的长期变化, 以减少前庭障碍的症状, 使凝视和姿势稳定正常化。而感觉替代是指使用残存的感觉输入, 尤其是视觉输入来辅助患者的姿势控制, 如增强平滑追踪或眼球运动的中央预处理, 或者通过其他反射来弥补 VOR 的不足, 如颈-眼反射^[3]。总的来说, VRT 是通过反复的可诱发眩晕的动作作为刺激信号, 促进中枢及对侧前庭代偿的产生, 从而使患者功能改善, 而不单单只是前庭功能指标的真正恢复^[4]。

1.1 凝视稳定训练 凝视稳定训练 (gaze stabilization exercises, GSEs) 主要包括眼跳运动、注视稳定适

应训练和平滑追踪训练^[5], 训练过程安全且简便, 最常使用的是“VOR * 1”和“VOR * 2”练习。在“VOR * 1”练习中, 需令患者注视一个静止的目标 (通常是一个字母), 并在冠状面或矢状面上旋转头部; 在“VOR * 2”练习中, 需令患者使头部和目标以相同或相反的方向同时旋转。GSEs 目前在临床上多用于改善眩晕症状, 并有研究表明其能够提高前庭功能障碍患者的平衡自信^[6]及认知功能^[7], 原理就在于 GSEs 可以改善患者的主动 VOR 及动态视觉精确度 (dynamic visual acuity, DVA)。DVA 指的是头部旋转过程中的视觉敏感度, 在头部和目标物体处于不同运动时分辨空间细节的能力, 是 VOR 的一种功能性的体现。在短时间的 GSEs 下, 主动 VOR 增益和 DVA 都能得到显著改善^[8]。在行走过程中, 凝视稳定可以协调头部、躯干和骨盆的运动, 显著改善患者的 VOR 和 DVA, 从而保持动态下躯干的稳定性。GSEs 此前多运用于改善老年人的眩晕症状和姿势控制, 最近有研究^[9]证明了 GSEs 可以用于改善篮球运动员的 DVA 和稳定极限。Matsugi 等^[10]则证实了 GSEs 可改善单侧前庭功能减退患者在头部运动时出现的头晕症状, 从而增强对头部运动的敏感性和注视稳定性。另外, Tsubasa 等^[11]发现 GSEs 对缺血性脑卒中患者在动态站立以及闭眼状态下姿势控制的改善都十分有效。而 Marco 等^[12]也在 2018 年证实了 GSEs 结合姿势控制训练可以改善脑卒中患者的步态和动态平衡, 这为 GSEs 在脑卒中的应用奠定了基础。Anabela 等^[13]2021 年发现了脑卒中患者的跌倒风险经过 3 周的 GSEs 后显著降低。然而, 尽管 GSEs 在前庭疾病中的应用已较为成熟, 但目前关于其对脑卒中患者平衡功能影响的随机对照研究还相对较少, 建议未来的研究可以着眼于此, 探讨 GSEs 在中枢神经系统疾病中的应用效果。

1.2 前庭电刺激 前庭电刺激 (galvanic vestibular stimulation, GVS) 是利用外部电流选择性地刺激前庭系统来调节前庭输入的放电频率 (阴极兴奋, 阳极抑

基金项目: 南京医科大学教育研究课题 (2019LX063)

收稿日期: 2021-08-03

作者单位: 1. 南京医科大学, 南京 210029; 2. 南京医科大学第一附属医院, 南京 210029

作者简介: 赵若欣 (1998-), 女, 硕士研究生, 主要研究前庭康复与凝视稳定。

通讯作者: 许光旭, xuguangxu1@126.com

制),并在前庭系统感觉信号的处理过程中起着重要作用,是非侵入性脑刺激技术中较为常用的手段^[14]。这种刺激既激活了前庭毛细胞,也激活了耳石和半规管的信息传入。Nguyen等^[15]的小鼠模型显示,GVS可促进单侧前庭功能病变小鼠的短期和长期空间记忆、定向及运动功能的恢复。Kim等^[16]指出GVS可以强化健康成人的运动、感觉和认知表现,并且对于不同临床人群都可能成为一种辅助治疗手段。Yasuto团队的一系列研究证实了GVS不仅可以减少健康成人在静态站立下的重心摆动,还可以减少单腿支撑时的重心摆动,除此之外还证实了GVS有助于改善社区老年人的平衡功能,降低跌倒风险^[17-18]。Max等^[17]总结GVS可以改善前庭功能病变患者的平衡功能、步态以及动态步行能力,并提出未来可以进一步研究GVS对改善VOR和凝视稳定的作用。Ceylen等^[19]的随机对照研究结果证实了GVS结合前庭训练对单侧前庭功能病变后单侧损伤程度、平衡功能、视觉模拟疼痛评分等的效果都好于单纯的前庭训练。由此可见,GVS对于改善站立平衡、步行、上肢功能、感觉知觉、记忆和视觉空间定向都有着积极作用。然而,虽然现在已经证实了患者接受多次GVS治疗是安全的,但还没有关于GVS使用时刺激参数设定(如噪声的类型、频率范围)的标准,这使得很难为未来的临床应用提供明确建议。因此,在临床根据不同需要运用GVS时应极为谨慎。

1.3 平衡控制训练 平衡是指在不同环境和条件下保持身体直立姿势稳定的能力。年龄增长、脑卒中、脊髓损伤、脑外伤等多种疾病都可能会导致患者平衡功能受限,从而造成患者跌倒风险增加,生活水平受限^[20]。一项前瞻性研究结果显示,平衡障碍与心血管疾病和癌症后死亡风险的增加均相关,且在慢性病患者中更显著,其中前庭性平衡障碍与死亡率的相关程度更高^[20]。近年来,平衡控制训练在VRT中的应用已逐渐成为热点,训练目的是改善视觉-前庭的相互作用,从而增加静态和动态下姿势的稳定性^[21],包括改变视觉和本体感觉输入,改变支撑面等,常结合姿势控制训练。主动的头部运动、平衡任务及步行训练能够改善VOR、前庭脊髓束的姿势调控以及目标导向的运动功能。已知以刺激前庭系统为目的的姿势控制和平衡训练在平衡功能、步态及跌倒风险方面的改善都显著大于常规医疗护理组^[22]。Baydan等^[23]的随机对照试验通过计算机动态姿势描记证实了GSEs和姿势控制训练在眩晕患者中的积极效果。有研究给老年患者制定了10周的平衡训练方案,让患者站在不同的支撑面上(如泡沫垫)、闭上或睁开眼睛,通过两足、单足和

额外的运动任务(如接球和投球)调整难度,降低了老年患者过度活跃的本体感觉反馈并恢复了部分前庭定向功能^[24]。平衡控制训练常见于各种疾病的康复方案之中,具有较高的可接受度和较成熟的训练内容,综上所述,可以优先考虑在VRT方案中加入平衡控制训练。

2 前庭康复治疗在前庭疾病中的应用

前庭疾病主要包括良性位置性阵发性眩晕、双侧前庭功能病变、前庭性偏头痛、梅尼埃病、前庭神经炎等,四大核心症状为:眩晕、头晕、前庭视觉症状、姿势症状^[25]。下文选取三种前庭疾病简述前庭康复治疗在其中的应用。

2.1 外周前庭功能障碍 外周前庭功能障碍包括单侧和双侧前庭功能病变。单侧前庭功能病变(unilateral vestibulopathy, UVP)以急性发作并持续至少24h的旋转性眩晕为特征,伴视波减退及恶心,并具有跌倒倾向,但仍未引起足够的重视,有强有力的证据表明^[26],VRT是治疗急性、亚急性和慢性UVP患者的有效方法。VRT的目的是让病人反复接触会引起他们头晕的刺激,从而引起视网膜上视觉信号的滑动,并不断强化姿势控制的缺陷区域。治疗方案主要是在常规运动方案的基础上增加了灵活性、认知、感觉的相互作用和肌肉强度训练的成分,从仰卧位和坐位(分别1周)下进行练习,过渡到在站立位和行走时进行练习(分别3周)^[27]。除此之外,多项研究证实^[3, 28-30],UVP患者进行VRT后在主观疼痛、步态、平衡信心、DVA、眩晕、焦虑、抑郁等方面都出现了显著的改善,大多数UVP患者得以恢复到正常功能,且VRT的效果在患者的年龄和性别上没有差别。然而,对于双侧前庭功能病变(bilateral vestibulopathy, BVP)患者而言,VRT的训练效果不如UVP的患者,并且在部分BVP患者中发现了海马中部灰质的显著减少、空间学习能力的下降以及空间性焦虑^[31]。尽管如此,经过VRT,38%~86%的BVP患者在出院前,平衡信心、生活质量、步态速度、跌倒风险和动态视力均得到有意义的改善,改善程度与入院时的基线测量有关^[30]。外周前庭功能障碍的患者经常会因头部和身体位置的变化而导致头晕、定向障碍以及失衡,这增加了出现空间定向(即视觉、前庭和本体感觉输入)多感觉整合的脑高级功能障碍的可能性。因此,建议往后可以尝试进行一些能够增强空间感知和身体协调性的运动,如乒乓球、瑜伽和舞蹈,来缓解这些患者的症状。在开始前庭康复之前应注意患者的精神及心理,因为周围性前庭功能障碍易引起患者焦虑、易怒、心慌、失眠等心理

问题^[32]。因此,应该在 VRT 的基础上运用综合手段,如妥善结合预防性的药物,调节生活方式,增加心理疏导等。

2.2 前庭神经炎 前庭神经炎(vestibular neuritis, VN)是出现急性自发性眩晕最常见的原因,可伴恶心、呕吐和姿势不稳,但无听力障碍和中枢神经系统受累^[33]。VN 的发病机制仍有待商榷,但已有一些证据支持 VN 是由单纯疱疹病毒的再激活引起的,已知单纯疱疹病毒是以潜伏形式存在于人类前庭神经节中^[34]。对症治疗通常包括前庭抑制剂、止吐药,还包括静脉补液。Tokle 等^[35]通过一项随机对照研究证明了确诊 VN 后在常规治疗的基础上早期开展 VRT 与单独常规治疗相比,VRT 能更有效地改善眩晕、抑郁症状,提高日常生活能力。具体方案为:GSEs、在睁眼和闭眼下进行平衡训练和双重任务步态训练。双重任务指在行走(平地,泡沫)的同时移动头部(左右移动,上下移动),并在不失去平衡或不减速的情况下计数。吴靖等^[36]证实了前庭康复联合冥想作为一种新方法能明显缓解患者的前庭功能损害,在药物治疗的基础上联合前庭康复与冥想,操作简便,成本较低。Benjamin 等^[37]研制出了一种新型适应性前庭康复技术, VN 患者可以在家中通过自己的电脑进行前庭康复训练,在监测依从性的前提下每天训练 10min,持续 4 周后,眩晕障碍量表(dizziness handicap inventory, DHI)分数降低,改善了眩晕症状,并大大节约了时间和人力资源。由此可见,新兴的 VRT 手段能针对性地提高前庭中枢的代偿能力,从而改善 VN 患者的预后,应鼓励患者通过主动的头部运动、平衡任务、目标导向运动和步行训练等方法,改善 VOR,刺激前庭代偿,加快康复进程。

2.3 前庭性偏头痛 前庭性偏头痛(vestibular migraine, VM)患者可能在其生命早期有偏头痛病史,核心特征与有或无先兆的偏头痛相似,容易引起阵发性眩晕。除了眩晕和头痛之外,还可能出现耳鸣、非渐进性感神经性耳聋以及平衡障碍等症状^[38]。VM 的病理生理学尚未建立,发作间期的观察表明这是一种中枢性前庭障碍,但不能排除外周性前庭原因^[39]。VM 患者平均在偏头痛发作 6 年后会出现眩晕发作,而眩晕又会显著增加跌倒的风险,导致患者避免参与快速运动和社交活动。当前庭症状反复出现时,患者更容易出现焦虑和抑郁等心理问题^[40]。VM 患者对自身的运动和视觉环境非常敏感,特别是在未成年时期。他们表现出的这种对外部刺激的高度敏感可能与偏头痛发生的一般机制有关,因为他们的前庭系统更容易受到刺激,或者说更容易表现出周围前庭功能障

碍的症状。Balci 等^[41]通过临床改良版感觉整合和平衡测试及动态步态指数评估 VM 患者的步态、平衡功能都较单纯偏头痛的患者更差,并且有更高的跌倒风险。因此,能够改善眩晕,提高稳定性的 VRT 对于 VM 患者而言至关重要。多项研究证实了单独的 VRT 可以改善 DHI 评分,而药物使用只是进一步加强了改善,且药物的使用对运动功能的评分并没有显著影响^[39, 42]。Lapira^[43]指出,在药物控制眩晕症状后进行 VRT 可以有效改善持续性失衡。这说明前庭康复不是一种标准化的治疗方法,应对症结合相关药物,实施个体化且持续较长时间的精准治疗,以将他们的主观症状与身体症状同步改善,并不断巩固。

3 总结与展望

目前,除前庭疾病以外,前庭康复已逐步应用于帕金森病、脑卒中等多种神经系统疾患中。预计将来 VRT 会成为一种常规治疗,通过多种形式,不局限于在医院内(可以进行互联网家庭监测等模式),用于改善各种因前庭、平衡功能受损而表现出的症状中。然而,VRT 在国内的发展还在起步阶段,虽然前庭相关疾病的解剖结构、发病机制、检测技术和治疗仪器都已经获得了一定的进展,但有关前庭康复的治疗方案的精准制定以及作用机制还不够明确;且因为影响前庭康复效果的因素很多,仍有部分 VN、VM 患者通过前庭康复没有得到有效的改善,这些问题都值得我们在未来继续探索。

【参考文献】

- [1] Van Vugt V A, Van Der Wouden J C, Essery R, et al. Internet based vestibular rehabilitation with and without physiotherapy support for adults aged 50 and older with a chronic vestibular syndrome in general practice: three armed randomised controlled trial [J]. BMJ, 2019, 367: l5922.
- [2] Meldrum D, Burrows L, Cakrt O, et al. Vestibular rehabilitation in Europe: a survey of clinical and research practice [J]. J Neurol, 2020, 267(1): 24-35.
- [3] Arnold S A, Stewart A M, Moor H M, et al. The Effectiveness of Vestibular Rehabilitation Interventions in Treating Unilateral Peripheral Vestibular Disorders: A Systematic Review [J]. Physiother Res Int, 2017, 22(3): e1635.
- [4] 王媛,曹春婷,张晨,等. 个体化前庭康复训练应用于慢性周围性前庭功能障碍的疗效评估 [J]. 中国康复, 2021, 36(2): 82-85.
- [5] Pimenta C, Correia A, Alves M, et al. Effects of oculomotor and gaze stability exercises on balance after stroke: Clinical trial protocol [J]. Porto Biomed J, 2017, 2(3): 76-80.
- [6] Park J H. The effects of eyeball exercise on balance ability and falls efficacy of the elderly who have experienced a fall: A single-blind, randomized controlled trial [J]. Arch Gerontol Geriatr, 2017, 68: 181-185.
- [7] Roh M, Lee E. Effects of gaze stability exercises on cognitive function, dynamic postural ability, balance confidence, and subjective health status in old people with mild cognitive impairment [J]. J Exerc Rehabil, 2019, 15(2): 270-

- 274.
- [8] Loyd B J, Fangman A, Peterson D S, et al. Rehabilitation to improve gaze and postural stability in people with multiple sclerosis: study protocol for a prospective randomized clinical trial [J]. *BMC Neurol*, 2019, 19(1): 119.
 - [9] Minoonejad H, Barati A H, Naderifar H, et al. Effect of four weeks of ocular-motor exercises on dynamic visual acuity and stability limit of female basketball players [J]. *Gait Posture*, 2019, 73: 286-290.
 - [10] Matsugi A, Ueta Y, Oku K, et al. Effect of gaze-stabilization exercises on vestibular function during postural control [J]. *NeuroReport*, 2017, 28(8): 439-443.
 - [11] Mitsutake T, Sakamoto M, Ueta K, et al. Transient Effects of Gaze Stability Exercises on Postural Stability in Patients With Posterior Circulation Stroke [J]. *J Mot Behav*, 2018, 50(4): 467-472.
 - [12] Tramontano M, Berganini E, Iosa M, et al. Vestibular rehabilitation training in patients with subacute stroke: A preliminary randomized controlled trial [J]. *NeuroRehabilitation*, 2018, 43(2): 247-254.
 - [13] Correia A, Pimenta C, Alves M, et al. Better balance: a randomised controlled trial of oculomotor and gaze stability exercises to reduce risk of falling after stroke [J]. *Clin Rehabil*, 2021, 35(2): 213-221.
 - [14] Hilliard D, Passow S, Thurm F, et al. Noisy galvanic vestibular stimulation modulates spatial memory in young healthy adults [J]. *SciRep*, 2019, 9(1): 9310.
 - [15] Nguyen T T, Nam G S, Kang J J, et al. Galvanic Vestibular Stimulation Improves Spatial Cognition After Unilateral Labyrinthectomy in Mice [J]. *Front Neurol*, 2021, 12: 716795.
 - [16] Lajoie K, Marigold D S, Valdes B A, et al. The potential of noisy galvanic vestibular stimulation for optimizing and assisting human performance [J]. *Neuropsychologia*, 2021, 152: 107751.
 - [17] Inukai Y, Miyaguchi S, Kobayashi N, et al. Noisy galvanic vestibular stimulation effect on center of pressure sway during one-legged standing [J]. *J Clin Neurosci*, 2020, 82(Pt A): 173-178.
 - [18] Inukai Y, Masaki M, Otsuru N, et al. Effect of noisy galvanic vestibular stimulation in community-dwelling elderly people: a randomised controlled trial [J]. *J Neuroeng Rehabil*, 2018, 15(1): 63.
 - [19] Ceylan D S, Atas A, Kaya M. The Effect of Galvanic Vestibular Stimulation in the Rehabilitation of Patients with Vestibular Disorders [J]. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec*, 2021, 83(1): 25-34.
 - [20] Cao C, Cade W T, Li S, et al. Association of Balance Function With All-Cause and Cause-Specific Mortality Among US Adults [J]. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg*, 2021, 147(5): 460-468.
 - [21] Van Esch B F, Van Der Scheer-Horst E S, Van Der Zaag-Loonen H J, et al. The Effect of Vestibular Rehabilitation in Patients with Meniere's Disease [J]. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 2017, 156(3): 426-434.
 - [22] Kundakci B, Sultana A, Taylor A J, et al. The effectiveness of exercise-based vestibular rehabilitation in adult patients with chronic dizziness: A systematic review [J]. *F1000Res*, 2018, 7: 276.
 - [23] Baydan M, Yigit O, Aksoy S. Does vestibular rehabilitation improve postural control of subjects with chronic subjective dizziness? [J]. *PLoS One*, 2020, 15(9): e0238436.
 - [24] Wiesmeier I K, Dalin D, Wehrle A, et al. Balance Training Enhances Vestibular Function and Reduces Overactive Proprioceptive Feedback in Elderly [J]. *Front Aging Neurosci*, 2017, 9: 273.
 - [25] Bisdorff Ar S J, Newman-Toker De. 前庭疾病国际分类概述 [J]. *神经损伤与功能重建*, 2019, 14(2): 55-60.
 - [26] Sestak A, Maslovara S, Zubcic Z, et al. Influence of vestibular rehabilitation on the recovery of all vestibular receptor organs in patients with unilateral vestibular hypofunction [J]. *NeuroRehabilitation*, 2020, 47(2): 227-235.
 - [27] Ricci N A, Aratani M C, Caovilla H H, et al. Effects of Vestibular Rehabilitation on Balance Control in Older People with Chronic Dizziness: A Randomized Clinical Trial [J]. *Am J Phys Med Rehabil*, 2016, 95(4): 256-269.
 - [28] Michel L, Laurent T, Alain T. Rehabilitation of dynamic visual acuity in patients with unilateral vestibular hypofunction: earlier is better [J]. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 2020, 277(1): 103-113.
 - [29] Herdman S J, Hall C D, Heusel-Gillig L. Factors Associated With Rehabilitation Outcomes in Patients With Unilateral Vestibular Hypofunction: A Prospective Cohort Study [J]. *Phys Ther*, 2020, 100(11): 2009-2022.
 - [30] Herdman S J, Hall C D, Maloney B, et al. Variables associated with outcome in patients with bilateral vestibular hypofunction: Preliminary study [J]. *J Vestib Res*, 2015, 25(3-4): 185-194.
 - [31] Strupp M, Mandala M, Lopez-Escamez J A. Peripheral vestibular disorders: an update [J]. *Curr Opin Neurol*, 2019, 32(1): 165-173.
 - [32] 潘晓峰,刘红梅. 手法复位联合个性化前庭康复训练治疗良性阵发性位置性眩晕的疗效 [J]. *中国康复*, 2015, 30(5): 368-369.
 - [33] 韩威威,管琼峰,范振毅,等. 前庭神经炎与动脉硬化的相关性研究 [J]. *中风与神经疾病*, 2018, 35(12): 1115-1117.
 - [34] Yacovino D A, Zanotti E, Cherchi M. The spectrum of acute vestibular neuropathy through modern vestibular testing: A descriptive analysis [J]. *Clin Neurophysiol Pract*, 2021, 6: 137-145.
 - [35] Tokle G, Morkved S, Brathen G, et al. Efficacy of Vestibular Rehabilitation Following Acute Vestibular Neuritis: A Randomized Controlled Trial [J]. *Otol Neurotol*, 2020, 41(1): 78-85.
 - [36] 吴靖,常丽英,李杰,等. 前庭康复联合冥想在前庭神经炎治疗中的作用 [J]. *神经损伤与功能重建*, 2020, 15(7): 418-419.
 - [37] Crane B T, Schubert M C. An adaptive vestibular rehabilitation technique [J]. *The Laryngoscope*, 2018, 128(3): 713-718.
 - [38] Liu W, Dong H, Yang L, et al. Severity and Its Contributing Factors in Patients With Vestibular Migraine: A Cohort Study [J]. *Front Neurol*, 2020, 11: 595328.
 - [39] Byun Y J, Levy D A, Nguyen S A, et al. Treatment of Vestibular Migraine: A Systematic Review and Meta-analysis [J]. *Laryngoscope*, 2021, 131(1): 186-194.
 - [40] Liu L, Hu X, Zhang Y, et al. Effect of Vestibular Rehabilitation on Spontaneous Brain Activity in Patients With Vestibular Migraine: A Resting-State Functional Magnetic Resonance Imaging Study [J]. *Front Hum Neurosci*, 2020, 14: 227.
 - [41] Balci B, Akdal G. Imbalance, motion sensitivity, anxiety and handicap in vestibular migraine and migraine only patients [J]. *Auris Nasus Larynx*, 2020, 47(5): 747-751.
 - [42] Vitkovic J, Winoto A, Rance G, et al. Vestibular rehabilitation outcomes in patients with and without vestibular migraine [J]. *J Neurol*, 2013, 260(12): 3039-3048.
 - [43] Lapira A. Vestibular migraine treatment and prevention [J]. *HNO*, 2019, 67(6): 425-428.