

· 新进展 ·



扫描二维码
查看原文

前庭康复机制及治疗的研究进展

祁晓媛^{1, 2, 3}, 宋宁¹, 顾平³, 杨旭^{1*}

【摘要】 近年来, 前庭疾病的临床诊治水平快速提高, 尤其是前庭评价技术和新的前庭康复技术的发展, 极大地推动了外周及中枢前庭疾病康复的个体化、精准化的发展。前庭康复训练可通过纠正不恰当的代偿策略和/或加速良好代偿的过程, 有效地提高患者的前庭觉、视觉和本体觉对平衡的协调控制能力, 改善中枢神经系统的代偿功能, 从而减轻或消除患者的头晕、眩晕和不稳症状, 最终达到前庭康复状态。在此背景下, 本文就前庭康复机制、康复前评估、方案制定及治疗进展等进行综述, 以期为国内前庭康复的临床应用及研究提供重要参考。

【关键词】 前庭疾病; 神经康复; 修复; 适应, 生理学; 习服; 作用机制; 综述

【中图分类号】 R 764.34 R 493 **【文献标识码】** A DOI: 10.12114/j.issn.1007-9572.2021.01.104

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. [www.chinagp.net]

QI X Y, SONG N, GU P, et al. Research advances in vestibular rehabilitation mechanism and treatment [J]. Chinese General Practice, 2022, 25 (11): 1399-1405.

Research Advances in Vestibular Rehabilitation Mechanism and Treatment QI Xiaoyuan^{1, 2, 3}, SONG Ning¹, GU Ping³, YANG Xu^{1*}

1. Department of Neurology, Aerospace Center Hospital (Peking University Aerospace School of Clinical Medicine), Beijing 100049, China

2. Department of Neurology, Cangzhou Center Hospital, Cangzhou 061000, China

3. Department Neurology, the First Hospital of Hebei Medical University, Shijiazhuang 050030, China

*Corresponding author: YANG Xu, Chief physician, Associate professor, Master supervisor; E-mail: xuyanghangtian@163.com

【Abstract】 Recent years have seen rapid advances in clinical diagnosis and treatment of vestibular diseases, especially vestibular evaluation and rehabilitation technologies, greatly promoting the developments in individualization and precision of rehabilitation for peripheral and central vestibular diseases. The vestibular rehabilitation helps to correct inappropriate strategy of equilibrium and/or to accelerate a good but slow compensation phenomenon, effectively improve vestibular, visual, and proprioceptive inputs to balance coordination control ability, improve the compensatory function of central nervous system, so as to reduce or eliminate the symptoms of dizziness, vertigo, and balance instability, eventually restoring the normal vestibular status. Given this background, we reviewed the advances in mechanisms of rehabilitation, pre-rehabilitation evaluation, rehabilitation program formulation and treatment regarding vestibular diseases, offering insights into clinical implementation and research concerning vestibular rehabilitation in China.

【Key words】 Neurological rehabilitation; Vestibular diseases; Repair; Adaptation, physiological; Acclimatization; Mechanism of action; Review

第二次世界大战期间, 英国学者 CAWTHORNE 和 COOKSEY 发现那些头部受伤的士兵, 如果在受伤后早期进行活动而非卧床等待恢复, 其平衡失调症状会恢复得更快^[1-2],

于是基于此发现提出 Cawthorne-Cooksey 前庭物理疗法, 自此产生了前庭康复这个概念。此后四十余年, HORAK 等^[3]学者进行的多项前瞻性随机对照试验表明前庭康复对前庭功能减退患者的治疗有效^[3-6]。2015年, Cochrane 中心的一项荟萃分析表明, 有中-高强度证据支持前庭康复治疗对外周前庭功能减退患者是安全有效的^[7]。近年来, 随着前庭疾病诊治水平的提高及其相关中枢代偿机制研究的深入, 前庭康复相关技术也得到了快速的发展。研究表明, 基于前庭代偿的修复、适应/替代及习服等理论的前庭康复治疗可有效控制并预防眩晕反复发作。目前, 前庭康复治疗可通过一系列有针对性的个体化康复训练方案如前庭眼反射 (vestibulo-

基金项目: 北京市自然科学基金资助项目 (7222237); 航天中心医院 (北京大学航天临床医学院) 院级课题资助项目 (YN201802)

1.100049 北京市, 航天中心医院 北京大学航天临床医学院神经内科

2.061000 河北省沧州市中心医院神经内科

3.050030 河北省石家庄市, 河北医科大学第一医院神经内科

*通信作者: 杨旭, 主任医师, 副教授, 硕士生导师;

E-mail: xuyanghangtian@163.com

本文数字出版日期: 2021-11-23

ocular reflex, VOR)、前庭脊髓反射(vestibular spinal reflex, VSR)训练及习服训练等以提高患者的前庭觉、视觉和本体觉对平衡的协调控制能力,提高中枢神经系统的代偿功能,从而减轻或消除患者头晕、眩晕和不稳症状,最终达到前庭康复状态^[6,8]。

1 前庭康复机制及策略

前庭疾病诸如急性单侧外周前庭病变(unilateral peripheral vestibular dysfunction, UPVD)、脑干及小脑病变等常涉及前庭受损后的代偿、再康复问题。目前,有关前庭代偿机制的理论主要基于UPVD研究,而有关中枢前庭病变如前庭性偏头痛(vestibular migraine, VM)、持续性姿势-感知性头晕(persistent postural-perceptual dizziness, PPPD)及视觉性头晕等的前庭代偿机制理论研究甚少。事实上,不同前庭疾病的前庭代偿方式不同,各种方式所占的比重也有差异。临床上,UPVD患者常存在静态症状(早期)和动态症状(恢复期),与此同时,机体相应进行静态代偿和动态代偿。其中静态症状的缓解主要通过静态代偿,症状常在数周内消失,代偿较为完全,为小脑、脑干水平的前庭核团电活动再平衡的结果;动态症状的缓解主要通过动态代偿,通常有皮质参与,通过相应的感觉替代、行为替代等方式形成新的躯体控制模式/策略,其代偿发挥的时间较慢,且代偿不完全。

既往研究发现,UPVD的代偿/康复主要通过3种方式实现:(1)修复(生化、细胞水平):指前庭外周感受器毛细胞或者前庭神经纤维/突触的再生,是在神经生物学层面对前庭受损的修复。(2)适应(包括感觉替代、行为替代):是一种强大的恢复机制,其能够通过改变神经元对头部运动的反应减少视网膜滑脱,从而改善VOR增益(正常增益值为1)。事实上VOR增益的改善通常有限,进一步改善动态功能仍需要替代机制的参与^[7]。替代包括感觉替代和行为替代两个不同的机制^[9-11],为动态功能恢复的主要机制,即当前庭功能不能完全恢复时由其他感觉替代或新的运动策略进行替代。在感觉替代中,视觉和躯体感觉常是感觉权重调整(替代)的主要来源^[7],而行为替代是指中枢某些部位进行功能重组,通过学习或训练等方式形成新的躯体控制模式/策略,包括隐性扫视、眨眼及回避策略等。(3)习服:其目标是“不响应”,是通过对患者进行反复单调的同一种刺激,从而逐渐减少患者对该刺激的反应,直至反应完全消失^[12]。事实上,习服训练在中枢前庭病变如VM、PPPD及视觉性头晕等的前庭康复中更为重要。从生理学的角度来看,习服与适应的机制完全不同。习服是由于突触前膜钙通道阻滞引起的兴奋性突触后电位降低,而适应是由于相应的基因与蛋白表达水平上调所引起的组织重构。

前庭康复治疗应尽早积极进行,因为在前庭受损后神经网络发生可塑性重组的这段时间窗为前庭代偿/康复治疗的关键时期^[9]。临床上,前庭康复治疗包括静态和动态平衡训练,其中以凝视稳定性训练(gaze stabilization exercise, GSE)和步态稳定性训练多见,针对不同前庭疾病患者的具体治疗措施目前主要包括以下5种不同的训练:(1)GSE:GSE主要改善前庭疾病患者的凝视稳定性,包括适应训练和替代训练^[13],均通过头部在水平和垂直方向运动实现。(2)平衡

和步态训练:前庭康复通常包括在具有挑战性的感觉和动态条件下进行平衡和步态训练,这些练习旨在促进视觉和/或体感的更多参与以替代前庭功能的缺失,在替代训练中通过中枢进行代偿即感觉整合以改善姿势。(3)习服训练:通过反复暴露在引起症状的刺激环境下减少前庭症状反应性,使患者对刺激脱敏^[14-15],通常包括以下3个方面:①良性阵发性位置性眩晕(benign paroxysmal positional vertigo, BPPV)相关习服锻炼:Cawthorne-Cooksey和Brandt-Daroff训练为主,对于BPPV合并椭圆囊功能受损,可行睁眼/闭眼蹦床上跳跃,在线性(水平或垂直)头动情况下阅读课文等习服锻炼^[16];②运动诱发眩晕相关习服锻炼:头动诱发眩晕可采用头部动作VOR训练,运动诱发眩晕可采用逐渐增加眼球、头和身体活动的习服锻炼;③复杂视觉诱发眩晕相关习服锻炼:一些与移动/复杂视觉场景“视觉敏感/依赖(过多地使用视觉替代策略维持平衡)”相关的前庭疾病,包括视觉性眩晕^[17]、运动病、空间和运动恐惧症、空间和运动不适、VM及PPPD等,可以通过逐渐加入视动刺激或虚拟现实环境刺激以减少视觉性依赖症状的发生^[18-19]。(4)步行耐力运动或有氧运动:虽然一般运动对前庭功能减退的患者帮助不大,但仍是进行前庭康复的基本要素。(5)认知行为疗法(cognitive behavior therapy, CBT):研究表明,对存在精神问题的患者在治疗过程中应联合应用CBT,通过改变患者对焦虑事件或情景的情绪和思维模式,从而改变患者的反应、改善前庭康复训练效果,对PPPD的治疗是尤为必要的^[20]。

2 前庭康复前评估及方案制定

前庭疾病可以自然恢复,但其康复效果通常并非为最佳。由于这种自发的动态代偿有局限性,所形成的代偿模式/策略并不一定最适合患者的功能恢复及生活质量的改善,如视觉的过度依赖,限制头动来代替一些丧失的前庭功能(如VOR)、头部及躯体运动时闭眼或眨眼等并不利于改善患者的生活质量,在某些情况下甚至可以导致较严重的后果。因此,使用更具有针对性的前庭测试进行前庭系统的代偿过程评价是很重要的^[21-22]。获得最佳前庭康复常需考虑到每个特定患者的感觉、运动和认知模式因素。前庭康复师可通过激励患者、纠正适应不良行为策略提供最佳的康复策略。故在前庭康复方案制定前,必须对患者进行全面评估,以制定出最适合患者的个性化前庭康复方案,从而提高疗效。

前庭康复前应仔细评估以下问题^[23]:(1)前庭功能障碍是否有治愈性或紧迫性,是否需要迅速干预?(2)前庭功能受损程度?(3)前庭功能是唯一受损的吗?是否合并其他躯体感觉传入通路障碍?视觉依赖发展到什么程度,VOR受损程度?在治疗过程中,还需要密切随访,根据评估结果适时调整康复方案。一个全球专家组基于国际功能、残疾和健康分类(International Classification of Functioning, Disability and Health, ICF)模型建立了一套针对头晕、眩晕和不稳患者的核心评价组套^[24],为前庭康复治疗前后的评价提供了依据,其主要包括以下四大类:(1)身体功能变化:包括情绪、知觉、视觉、听觉、前庭觉、深感觉及步态;(2)身体结构变化:包括外周前庭、中枢神经系统和心血管系统结构系统评价;(3)活动参与情况:为最受卫生专业人士重视的一项,包括

日常活动、改变基本体位、维持体位、行走、移动、不同方位移动、其他指定位置的行走和移动、驾车、做家务、工作就业；（4）环境因素影响：环境本身不能通过治疗改变，但环境因素要么是促进因素（例如，产品和技术，如助行器），要么是触发因素。ICF 模型评价方法详见表 1。

表 1 头晕、眩晕和不稳患者的 ICF 模型评价方法

Table 1 International Classification of Functioning, Disability and Health Core Set for patients with vertigo, dizziness and balance disorders

类别	评价项目
身体功能变化	动态视敏度，凝视稳定性试验，视觉模拟量表，视觉眩晕模拟量表，摇头与感觉整合试验，改良的平衡感觉相互作用临床试验，强化 Romberg 试验，运动敏感性商，眩晕症状量表
身体结构变化	脑结构、脊髓和相关结构、内耳结构、心血管结构系统评价
活动参与情况	动态步态指数，功能性步态评价，步行速度测试，坐位到直立测试，功能性前伸，起立和行走试验，Berg 平衡量表，平衡评价系统试验及其简化版，活动特定的平衡信心量表，眩晕评价量表，加州大学洛杉矶分校头晕问卷，眩晕障碍问卷，前庭疾病日常活动量表，前庭活动和参与量表，前庭康复获益问卷
环境因素影响	供个人消费的产品或物质，个人室内、室外移动和运输的产品及技术，灯光，直系亲属，健康专业人员，健康服务、系统和政策

如何实施前庭康复计划？其关键在于整体和个性化原则，同时，积极和早期的前庭康复方案至关重要！临床上，一个全面、个性化的前庭康复方案需要多学科合作，应由物理治疗师、神经内科医师、耳科医师、精神病学医师或心理学家共同参与头晕患者的管理^[25]。前庭康复方案需根据患者的状况、感觉、运动、认知和情绪特征来制定，包括三部分：第一，自发代偿并不是最优的；第二，代偿是一个自上而下的有序过程，从头晕稳定到步态稳定；第三，有效的康复需要循序渐进地适应学习，以适应实际复杂的运动环境。康复治疗的主要目标：改善平衡功能，降低跌倒风险，提高患者的生活质量。前庭康复治疗的结果应该得到患者主观自我评估和客观实验室检查证实，注意部分患者前庭代偿不足常是其前庭康复方案不适合，部分患者的前庭康复失败常与焦虑、压力及环境因素等影响有关。

另外，对于前庭康复计划的序贯实施，通常有两种选择方式^[26]：第一种方式是最受欢迎的家庭项目，患者在家中即可进行定制的锻炼，康复师定期进行随访。第二种方式是经典的监督方法，患者每周在康复师的监督下完成数次锻炼，通常持续 1~2 个月，但在这段时间内，还应同时进行家庭锻炼。

3 外周 / 中枢前庭疾病的前庭康复

近年来，国内外关于前庭康复的研究取得了很大的进展，包括外周前庭功能减退、BPPV、PPPD、VM、多发性硬化（multiple sclerosis, MS）和脑震荡的前庭康复治疗等。临床上，不同的前庭病变有不同的前庭康复方案，VOR 适应训练用于代偿 UPVD 患者；BPPV 需要有经验的医生进行手法复位；涉及运动视觉敏感的前庭疾病患者，包括视觉性眩晕、空间和运动恐惧症、空间和运动不适及 PPPD 等，前庭脱敏习服训

练为其治疗带来希望。

3.1 BPPV 美国耳鼻咽喉头颈外科学会（American Academy of Otolaryngology-Head and Neck Surgery Foundation, AAO-HNSF）发布的最新 BPPV 临床实践指南^[27]指出：（1）应通过 Dix-Hallpike 试验和 Roll 试验诊断 BPPV，采用 Epley 法或 Semont（Liberatory）法治疗后半规管 BPPV^[27-28]，不建议对后半规管 BPPV 患者行耳石复位（canalith repositioning procedures, CRPs）术后体位限制（A 级证据，I 级推荐）；（2）水平半规管管石型 BPPV 可采用 Barbecue 法^[29-30]或 Gufoni 法^[31-34]，水平半规管壶腹嵴型 BPPV 则需使用改良 Gufoni 法或摇头法。强迫卧位法是另一种对水平半规管 BPPV 有效的治疗方法，其中管石型 BPPV 采取健侧强迫卧位，壶腹嵴型 BPPV 采取患侧强迫卧位^[32]，该方法既可以单独进行，也可以配合其他动作进行。

对于 BPPV 的治疗，短期内 CRPs 优于前庭康复治疗，但两者结合对 BPPV 的长期功能恢复有效^[7, 35-39]。适合 BPPV 的两种前庭康复的习服训练是 Cawthorne-Cooksey 和 Brandt-Daroff 训练^[7]，且习服训练适用于有禁忌证或拒绝 CRPs、行 CRPs 治疗后不能康复的 BPPV 患者，如存在残余症状，或诊断为创伤后 BPPV、存在多个半规管受累的患者以及那些跌倒风险高的患者（如老年人）。

3.2 外周前庭功能减退 美国物理治疗协会（American Physical Therapy Association, APTA）于 2016 年发布了前庭功能减退患者前庭康复的临床实践指南^[40]并指出：（1）临床医生应为急性或亚急性、慢性 UPVD 及双侧前庭功能减退的患者提供前庭康复训练（I 级证据，A 级推荐）。（2）虽然目前尚无确凿证据确定外周前庭功能减退患者的最佳康复训练强度及特定锻炼方法，但已有明确的证据表明，有指导的、针对性的锻炼计划可以改善功能障碍和实现患者个人目标，见表 2，临床医生应提供有针对性的前庭康复训练（II 级证据，B 级推荐）。针对性训练可能包括：GSE 以改善 VOR 增益、视动锻炼以改善视敏度、习服锻炼以改善身体运动的敏感性以及身体摇摆活动以改善一般的站姿和步态。（3）对于单侧或双侧前庭功能减退患者，反对单独提供扫视或平滑跟踪（没有头部运动）作为稳定凝视的特定训练（I 级证据，A 级推荐）。（4）急性 / 亚急性前庭功能减退患者前庭康复训练强度为每天至少 3 次且每天至少 12 min，慢性前庭功能减退患者每天至少 20 min（V 级证据，D 级推荐）。（5）外周前庭功能减退（单侧和双侧）患者停止前庭康复的原则：理想状态下，患者不再有症状，已达到治疗目的，或者疗效到达平台稳定期可以作为停止前庭康复治疗的标准（V 级证据，D 级推荐）；因患者依从性差，临床症状持续恶化或者具有波动 / 不稳定性的前庭功能障碍（如前庭神经鞘瘤、自发性眩晕发作、未修复的外淋巴漏、活动性梅尼埃病），以及肌肉骨骼、神经、心脏、视觉、认知、心理、残疾等共病问题妨碍前庭康复治疗进展可视作前庭康复停止的因素。（6）影响前庭康复结果的不良因素包括起病时间较长、长期使用前庭抑制药物以及患者存在偏头痛、外周神经病变和焦虑等合并症^[40]。

2017 年发布的有关梅尼埃病治疗的国际共识建议梅尼埃病发作期避免前庭康复训练，发作间期可使用前庭康复训练（B

级推荐)^[41]。尽管最近 Cochrane 使用偏向风险工具对文献进行回顾后不能证实前庭康复对平衡和头晕相关的生活质量有积极的影响^[42]，但其研究了前庭康复对包括梅尼埃病在内的所有 UPVD 的影响，认为前庭康复是一种安全的治疗选择，可能有效，特别是对有跌倒风险和其他合并症的患者。

3.3 PPPD 对 PPPD 患者效果明显的前庭康复治疗包括教育、减少威胁、整体放松 / 专注训练、逐步习服、平衡训练以及视觉 / 视动运动脱敏^[43]。研究表明，联合使用抗抑郁药物、CBT 和前庭康复治疗可使 PPPD 患者眩晕症状减少 78% (维持时间 >1 年)^[44-45]。前庭康复与 CBT 结合，并在药物的支持下，可以帮助患者摆脱不良症状的恶性循环，使患者重新获得日常生活能力的独立^[46]。表 3 列出了几种可用于治疗 PPPD 及其行为并发症的物理疗法和 CBT 策略。

3.4 VM VM 是导致头晕的常见原因，但是在治疗上一直缺乏共识。2018 年美国埃默里大学的一项荟萃分析显示，从目前的证据来看，关于前庭康复在改善 VM 患者主诉和平衡方面的作用还没有定论^[47]，虽然纳入的研究结果均显示 VM 患者得到改善，但大多数研究并非前瞻性研究且未设对照组，受试者伴发其他疾病，导致论证强度低。因此，需要更多的随机对照研究以证实前庭康复在减轻 VM 患者前庭症状方面的效果。

3.5 MS 近年来有一些关于 MS 患者前庭康复疗效的随机对照研究^[48-50]。HEBERT 等^[48]证实了前庭康复对非卧床 MS 患者的疗效，并指出无论是脑干还是小脑病变，这些患者在平衡、头晕、疲劳和健康相关的生活质量方面均有明显改善，前庭康复训练包括行走时伴或不伴头部运动、扫视、平滑跟踪、GSE、站立在基于移动的不同表面的平衡训练。在另一项随机对照研究中，OZGEN 等^[50]证实了定制的前庭康复计划对 MS 患者平衡、生活质量和功能恢复的疗效较好，前庭康复训练包括 GST，静态和动态平衡训练，习服训练，以及通过改变姿势、支撑面类型和 / 或大小、躯干 / 手臂位置、视觉输入和目标距离进行的步行训练。

4 前庭康复的展望

4.1 虚拟现实技术 虚拟现实是一种人与计算机之间的接口，其主要通过视觉、听觉、触觉、嗅觉和味觉等各种感官渠道进行实时模拟和交互。利用虚拟现实技术的康复系统是近年来兴起并发展起来的。前庭康复的虚拟现实系统主要通过训练来缓解患者眩晕、头晕、空间运动不耐受、视觉性头晕等症状，促进 VOR 适应、视动反应及姿势稳定性的重塑。目前，虚拟现实技术分为两种类型，分别是现成系统（如任天堂 Wii、微软 Kinect 等）和高端系统（如头戴显示系统、广角显示系统等），二者在成本、大小和便携性方面有所不同。2012 年爱尔兰学者 MELDRUM 等^[51]、2013 年德国学者 SPARRER 等^[52]的研究均发现应用 WiiFit Plus 系统有助于改善前庭疾病患者的平衡。2017 年意大利学者 MICARELLI 等^[53]的研究证实 UPVD 患者通过高端系统（头戴式显示器）辅助进行前庭康复治疗有效，其头晕、VOR 增益和姿势控制、平衡程度均有改善。2019 年意大利学者 VIZIANO 等^[54]的一项长期研究亦证实头戴式显示器家庭练习是一种有效、可行的辅助措施，可以改善长期前庭康复的结果。2019 年美国学者

表 2 美国物理治疗协会对目前外周前庭功能减退患者的治疗建议
Table 2 Current treatment recommendations for persons with peripheral vestibular hypofunction from the APTA

治疗	建议	证据级别
扫视训练 ^a	强烈反对	I
平滑跟踪训练 ^a	强烈反对	I
针对训练	中等建议	II
指导训练	中等建议	II
凝视稳定性训练，每天 12~20 min ^b	专家意见	V

注：^a表示单独进行；^b表示急性外周前庭功能减退患者每天 12 min，慢性外周前庭功能减退患者每天 20 min

表 3 PPPD 的物理治疗和心理治疗建议

Table 3 Recommendations for physical therapy and psychotherapy for persistent postural-perceptual dizziness

症状 / 行为	前庭康复	认知行为疗法
站姿和步态僵硬 (包括共存的功能性步态障碍)	正常站姿 (放松的姿势, 正常的体质分布); 正常步态 (放松的步态, 自然的步态, 消除不必要的辅助步态)	减少过度的身体警觉, 消除对头晕或摔倒的恐惧
运动敏感	习服锻炼 (逐渐增加头部、眼睛和身体活动)	减少身体过度警觉, 脱敏策略与理疗相辅相成
视觉依赖	习服训练 (逐渐暴露于日益复杂模式和移动的视觉刺激)	减少身体过度警觉, 脱敏策略与理疗相辅相成
规避刺激环境	逐渐暴露	对抗预期性焦虑, 促进逐渐暴露

KINNE 等^[55]发表的综述中提到，基于家庭的虚拟现实干预措施如 WiiFit Plus 系统、头戴虚拟现实设备等能够有效实现前庭康复的目标，并提出将虚拟现实与常规前庭康复治疗相结合可能是最有益的。相信随着虚拟现实技术在临床有效性研究的进一步深入，在不久的将来能够为临床医师的前庭康复治疗提供更为科学的治疗决策依据。

4.2 加强型前庭康复技术 随着年龄的增长，注意力分配的障碍会增加跌倒的风险^[56-62]。给予双重任务即同时执行平衡任务和认知任务的注意力竞争的康复技术可以改善患者的随意姿势控制，为了达到最佳效果，认知任务可以是低要求的（包括心算），也可以是高要求的（空间记忆）。电触觉刺激与前庭康复相结合可以用于治疗氨基糖苷类耳毒性患者的双侧前庭功能减低^[63-64]，甚至是单侧前庭功能低下^[65]。GABILAN 等^[66]进行了一项水上理疗与前庭康复相结合研究，康复训练均是在游泳池里进行，包括各种任务，以及在颠簸中的平衡控制，发现该方法可以治疗一部分慢性头晕伴 UPVD 患者，这些患者的眩晕障碍量表 (dizziness handicap inventory, DHI) 得分减低，姿势图的身体位移减少，对头晕强度的自我感觉也明显降低。太极拳是改善平衡运动的有效辅助措施，特别是对于那些站立时身体不平衡的人^[67]。最近的研究表明，中国传统运动对平衡和降低跌倒风险有好处^[68]，可能会以一种不同的、互补的方式训练平衡机制。

近年来，前庭康复治疗虽然获得了极大的发展，但是许多前庭疾病尤其是中枢前庭病变的发病机制、病理生理、发病后中枢的静态代偿、动态代偿的相关理论尚不清楚。鉴于

我国头晕/眩晕患者众多,目前的外周/中枢前庭技术评估的局限性及前庭康复医师/技师的匮乏等因素,因此精准前庭康复治疗仍任重道远!相信随着前庭评价/康复的新技术、新方法发展,进行更多基于循证证据的临床前庭康复治疗的疗效评价研究一定能够为这些外周/中枢的前庭功能障碍患者提供最佳且具有个性化的前庭康复方案,从而助力患者尽早回归社会,更快地恢复正常的生活及工作。

作者贡献:祁晓媛,宋宁进行文献收集和整理;祁晓媛负责撰写论文;顾平、杨旭负责文章的质量控制和审校;杨旭对文章整体负责,监督管理。

本文无利益冲突。

参考文献

- [1] COOKSEY F S. Rehabilitation in vestibular injuries [J]. *Proc R Soc Med*, 1946, 39 (5): 273-278. DOI: 10.1177/003591574603900523.
- [2] HUY P T, CHARFI S. Physiological bases and practices in vestibular rehabilitation [J]. *Ann Otolaryngol Chir Cervicofac*, 2008, 125(5): 273-281. DOI: 10.1016/j.aorl.2008.06.003.
- [3] HORAK F B, JONES-RYCEWICZ C, BLACK F O, et al. Effects of vestibular rehabilitation on dizziness and imbalance [J]. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 1992, 106 (2): 175-180. DOI: 10.1177/019459989210600220.
- [4] KREBS D E, GILL-BODY K M, RILEY P O, et al. Double-blind, placebo-controlled trial of rehabilitation for bilateral vestibular hypofunction: preliminary report [J]. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 1993, 109 (4): 735-741. DOI: 10.1177/019459989310900417.
- [5] COHEN H S, KIMBALL K T. Increased independence and decreased vertigo after vestibular rehabilitation [J]. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 2003, 128 (1): 60-70. DOI: 10.1067/mhn.2003.23.
- [6] SHUMWAY-COOK A, HORAK F B. Rehabilitation strategies for patients with vestibular deficits [J]. *Neurol Clin*, 1990, 8 (2): 441-457.
- [7] MCDONNELL M N, HILLIER S L. Vestibular rehabilitation for unilateral peripheral vestibular dysfunction [J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2015, 1: CD005397. DOI: 10.1002/14651858.CD005397.pub4.
- [8] TIAN J R, SHUBAYEV I, DEMER J L. Dynamic visual acuity during passive and self-generated transient head rotation in normal and unilaterally vestibulopathic humans [J]. *Exp Brain Res*, 2002, 142 (4): 486-495. DOI: 10.1007/s00221-001-0959-7.
- [9] LACOUR M, BERNARD-DEMANZE L. Interaction between vestibular compensation mechanisms and vestibular rehabilitation therapy: 10 recommendations for optimal functional recovery [J]. *Front Neurol*, 2014, 5: 285. DOI: 10.3389/fneur.2014.00285.
- [10] CURTHOYS I S. Vestibular compensation and substitution [J]. *Curr Opin Neurol*, 2000, 13 (1): 27-30. DOI: 10.1097/00019052-200002000-00006.
- [11] LACOUR M. Restoration of vestibular function: basic aspects and practical advances for rehabilitation [J]. *Curr Med Res Opin*, 2006, 22 (9): 1651-1659. DOI: 10.1185/030079906x115694.
- [12] HERDMAN S J, SCHUBERT M C, TUSA R J. Strategies for balance rehabilitation: fall risk and treatment [J]. *Ann N Y Acad Sci*, 2001, 942: 394-412.
- [13] MELDRUM D, JAHN K. Gaze stabilisation exercises in vestibular rehabilitation: review of the evidence and recent clinical advances [J]. *J Neurol*, 2019, 266 (Suppl 1): 11-18. DOI: 10.1007/s00415-019-09459-x.
- [14] BOYER F C, PERCEBOIS-MACADRÉ L, REGRAIN E, et al. Vestibular rehabilitation therapy [J]. *Neurophysiol Clin*, 2008, 38 (6): 479-487. DOI: 10.1016/j.neucli.2008.09.011.
- [15] CHILDS L A. Assessing vestibular dysfunction. Exploring treatments of a complex condition [J]. *Rehab Manag*, 2010, 23 (6): 24-25.
- [16] HOSEINABADI R, POURBAKHT A, YAZDANI N, et al. The effects of the vestibular rehabilitation on the benign paroxysmal positional vertigo recurrence rate in patients with otolith dysfunction [J]. *J Audiol Otol*, 2018, 22 (4): 204-208. DOI: 10.7874/jao.2018.00087.
- [17] BRONSTEIN A. Visual symptoms and vertigo [J]. *Neurol Clin*, 2005, 23 (3): 705-713, v-vi. DOI: 10.1016/j.ncl.2005.01.004.
- [18] TEE L H, CHEE N W C. Vestibular rehabilitation therapy for the dizzy patient [J]. *Ann Acad Med Singap*, 2005, 34 (4): 289-294.
- [19] BRONSTEIN A M, GOLDING J F, GREY M A. Vertigo and dizziness from environmental motion: visual vertigo, motion sickness, and drivers' disorientation [J]. *Semin Neurol*, 2013, 33 (3): 219-230. DOI: 10.1055/s-0033-1354602.
- [20] STAAB J P. Persistent postural-perceptual dizziness [J]. *Semin Neurol*, 2020, 40 (1): 130-137. DOI: 10.1055/s-0039-3402736.
- [21] VAILLEAU B, QU'HEN C, VIDAL P P, et al. Probing residual vestibular function with galvanic stimulation in vestibular loss patients [J]. *Otol Neurotol*, 2011, 32 (5): 863-871. DOI: 10.1097/mao.0b013e318213418e.
- [22] SOTO E, VEGA R. Neuropharmacology of vestibular system disorders [J]. *Curr Neuropharmacol*, 2010, 8 (1): 26-40. DOI: 10.2174/157015910790909511.
- [23] DEVEZE A, BERNARD-DEMANZE L, XAVIER F, et al. Vestibular compensation and vestibular rehabilitation. Current concepts and new trends [J]. *Neurophysiol Clin*, 2014, 44 (1): 49-57. DOI: 10.1016/j.neucli.2013.10.138.
- [24] GRILL E, BRONSTEIN A, FURMAN J, et al. International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF) Core Set for patients with vertigo, dizziness and balance disorders [J]. *J Vestib Res*, 2012, 22 (5/6): 261-271. DOI: 10.3233/ves-120459.
- [25] WHITNEY S L, ALGHWIRI A A, ALGHADIR A. An overview of vestibular rehabilitation [J]. *Handb Clin Neurol*, 2016, 137: 187-205. DOI: 10.1016/b978-0-444-63437-5.00013-3.
- [26] ELEFTHERIADOU A, SKALIDI N, VELEGRAKIS G A. Vestibular rehabilitation strategies and factors that affect the outcome [J]. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 2012, 269 (11): 2309-2316. DOI: 10.1007/s00405-012-2019-2.
- [27] BHATTACHARYYA N, GUBBELS S P, SCHWARTZ S R, et al. Clinical practice guideline: benign paroxysmal positional vertigo (update) [J]. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 2017, 156 (3 suppl): S1-47. DOI: 10.1177/0194599816689667.
- [28] ZHANG X L, QIAN X Y, LU L, et al. Effects of Semont maneuver on benign paroxysmal positional vertigo: a meta-analysis [J]. *Acta Otolaryngol*, 2017, 137 (1): 63-70. DOI: 10.1080/00016489.2016.1212265.
- [29] WHITE J, SAVVIDES P, CHERIAN N, et al. Canalith

- repositioning for benign paroxysmal positional vertigo [J]. *Otol Neurotol*, 2005, 26 (4) : 704–710. DOI: 10.1097/01.mao.0000178128.66482.7e.
- [30] PROKOPAKIS E P, CHIMONA T, TSAGOURNISAKIS M, et al. Benign paroxysmal positional vertigo: 10-year experience in treating 592 patients with canalith repositioning procedure [J]. *Laryngoscope*, 2005, 115 (9) : 1667–1671. DOI: 10.1097/01.mlg.0000175062.36144.b9.
- [31] KIM J S, OH S Y, LEE S H, et al. Randomized clinical trial for geotropic horizontal canal benign paroxysmal positional Vertigo [J]. *Neurology*, 2012, 79 (7) : 700–707. DOI: 10.1212/wnl.0b013e3182648b8b.
- [32] CASANI A P, NACCI A, DALLAN I, et al. Horizontal semicircular canal benign paroxysmal positional vertigo: effectiveness of two different methods of treatment [J]. *Audiol Neurootol*, 2011, 16 (3) : 175–184. DOI: 10.1159/000317113.
- [33] VAN DEN BROEK E M, VAN DER ZAAG–LOONEN H J, BRUUNTJEST D. Systematic review: efficacy of gufoni maneuver for treatment of lateral canal benign paroxysmal positional vertigo with geotropic nystagmus [J]. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 2014, 150 (6) : 933–938. DOI: 10.1177/0194599814525919.
- [34] KIM J S, OH S Y, LEE S H, et al. Randomized clinical trial for apogeotropic horizontal canal benign paroxysmal positional vertigo [J]. *Neurology*, 2012, 78 (3) : 159–166. DOI: 10.1212/wnl.0b013e31823fcd26.
- [35] 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.
- [36] WEGNER I, NIESTEN M E, VAN WERKHOVEN C H, et al. Rapid systematic review of the epley maneuver versus vestibular rehabilitation for benign paroxysmal positional vertigo [J]. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 2014, 151 (2) : 201–207. DOI: 10.1177/0194599814534940.
- [37] BRESSI F, VELLA P, CASALE M, et al. Vestibular rehabilitation in benign paroxysmal positional vertigo: reality or fiction [J]. *Int J Immunopathol Pharmacol*, 2017, 30 (2) : 113–122. DOI: 10.1177/0394632017709917.
- [38] WU P, CAO W, HU Y, et al. Effects of vestibular rehabilitation, with or without betahistine, on managing residual dizziness after successful repositioning manoeuvres in patients with benign paroxysmal positional vertigo: a protocol for a randomised controlled trial [J]. *BMJ Open*, 2019, 9 (6) : e026711. DOI: 10.1136/bmjopen-2018-026711.
- [39] RIBEIRO K M, FREITAS R V, FERREIRA L M, et al. Effects of balance vestibular rehabilitation therapy in elderly with benign paroxysmal positional vertigo: a randomized controlled trial [J]. *Disabil Rehabil*, 2017, 39 (12) : 1198–1206. DOI: 10.1080/09638288.2016.1190870.
- [40] HALL C D, HERDMAN S J, WHITNEY S L, et al. Vestibular rehabilitation for peripheral vestibular hypofunction: an evidence-based clinical practice guideline: FROM THE AMERICAN PHYSICAL THERAPY ASSOCIATION NEUROLOGY SECTION [J]. *J Neurol Phys Ther*, 2016, 40 (2) : 124–155. DOI: 10.1097/NPT.0000000000000120.
- [41] NEVOUX J, BARBARA M, DORNHOFFER J, et al. International consensus (ICON) on treatment of Ménière's disease [J]. *Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis*, 2018, 135 (1S) : S29–32. <https://doi.org/10.1016/j.anorl.2017.12.006>.
- [42] 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 Ménière's disease [J]. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 2017, 156 (3) : 426–434. DOI: 10.1177/0194599816678386.
- [43] POPKIROV S, STAAB J P, STONE J. Persistent postural–perceptual dizziness (PPPD) : a common, characteristic and treatable cause of chronic dizziness [J]. *Pract Neurol*, 2018, 18 (1) : 5–13. DOI: 10.1136/practneurol-2017-001809.
- [44] BEST C, TSCHAN R, STIEBER N, et al. STEADFAST: psychotherapeutic intervention improves postural strategy of somatoform vertigo and dizziness [J]. *Behav Neurol*, 2015, 2015 : 456850. DOI: 10.1155/2015/456850.
- [45] SCHAAF H, HESSE G. Patients with long–lasting dizziness: a follow–up after neurotological and psychotherapeutic inpatient treatment after a period of at least 1 year [J]. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 2015, 272 (6) : 1529–1535. DOI: 10.1007/s00405-014-3447-y.
- [46] POPKIROV S, STONE J, HOLLE–LEE D. Treatment of persistent postural–perceptual dizziness (PPPD) and related disorders [J]. *Curr Treat Options Neurol*, 2018, 20 (12) : 50. DOI: 10.1007/s11940-018-0535-0.
- [47] ALGHADIR A H, ANWER S. Effects of vestibular rehabilitation in the management of a vestibular migraine: a review [J]. *Front Neurol*, 2018, 9 : 440. DOI: 10.3389/fneur.2018.00440.
- [48] HEBERT J R, CORBOY J R, VOLLMER T, et al. Efficacy of balance and eye–movement exercises for persons with multiple sclerosis (BEEMS) [J]. *Neurology*, 2018, 90 (9) : e797–807. DOI: 10.1212/WNL.0000000000005013.
- [49] MAÑAGO M M, SCHENKMAN M, BERLINER J, et al. Gaze stabilization and dynamic visual acuity in people with multiple sclerosis [J]. *J Vestib Res*, 2016, 26 (5/6) : 469–477. DOI: 10.3233/ves-160593.
- [50] OZGEN G, KARAPOLAT H, AKKOC Y, et al. Is customized vestibular rehabilitation effective in patients with multiple sclerosis? A randomized controlled trial [J]. *Eur J Phys Rehabil Med*, 2016, 52 (4) : 466–478.
- [51] MELDRUM D, HERDMAN S, MOLONEY R, et al. Effectiveness of conventional versus virtual reality based vestibular rehabilitation in the treatment of dizziness, gait and balance impairment in adults with unilateral peripheral vestibular loss: a randomised controlled trial [J]. *BMC Ear Nose Throat Disord*, 2012, 12 : 3. DOI: 10.1186/1472-6815-12-3.
- [52] SPARRER I, DUONG DINH T A, ILGNER J, et al. Vestibular rehabilitation using the Nintendo® Wii Balance Board—a user–friendly alternative for central nervous compensation [J]. *Acta Otolaryngol*, 2013, 133 (3) : 239–245. DOI: 10.3109/00016489.2012.732707.
- [53] MICARELLI A, VIZIANO A, AUGIMERI I, et al. Three-dimensional head–mounted gaming task procedure maximizes effects of vestibular rehabilitation in unilateral vestibular hypofunction: a randomized controlled pilot trial [J]. *Int J Rehabil Res*, 2017, 40 (4) : 325–332. DOI: 10.1097/MRR.0000000000000244.
- [54] VIZIANO A, MICARELLI A, AUGIMERI I, et al. Long–term effects of vestibular rehabilitation and head–mounted gaming task procedure in unilateral vestibular hypofunction: a 12–month

- follow-up of a randomized controlled trial [J]. *Clin Rehabil*, 2019, 33 (1): 24-33. DOI:10.1177/0269215518788598.
- [55] KINNE B L, OWENS K J, RAJALA B A, et al. Effectiveness of home-based virtual reality on vestibular rehabilitation outcomes: a systematic review [J]. *Physical Therapy Reviews*, 2019, 24 (6): 280-290. DOI: 10.1080/10833196.2019.1647382.
- [56] ASAI T, DOI T, HIRATA S, et al. Dual tasking affects lateral trunk control in healthy younger and older adults [J]. *Gait Posture*, 2013, 38 (4): 830-836. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2013.04.005.
- [57] ASAI T, MISU S, DOI T, et al. Effects of dual-tasking on control of trunk movement during gait: respective effect of manual-and cognitive-task [J]. *Gait Posture*, 2014, 39 (1): 54-59. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2013.05.025.
- [58] BERNARD-DEMANZE L, DUMITRESCU M, JIMENO P, et al. Age-related changes in posture control are differentially affected by postural and cognitive task complexity [J]. *Curr Aging Sci*, 2009, 2 (2): 135-149. DOI: 10.2174/1874609810902020135.
- [59] HWANG J H, LEE C H, CHANG H J, et al. Sequential analysis of postural control resource allocation during a dual task test [J]. *Ann Rehabil Med*, 2013, 37 (3): 347-354. DOI: 10.5535/arm.2013.37.3.347.
- [60] HYNDMAN D, ASHBURN A. Stops walking when talking as a predictor of falls in people with stroke living in the community [J]. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 2004, 75 (7): 994-997. DOI: 10.1136/jnnp.2003.016014.
- [61] NORDIN E, MOE-NILSSEN R, RAMNEMARK A, et al. Changes in step-width during dual-task walking predicts falls [J]. *Gait Posture*, 2010, 32 (1): 92-97. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2010.03.012.
- [62] RAO A K, UDDIN J, GILLMAN A, et al. Cognitive motor interference during dual-task gait in essential tremor [J]. *Gait Posture*, 2013, 38 (3): 403-409. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2013.01.006.
- [63] ROBINSON B S, COOK J L, RICHBURG C M, et al. Use of an electro-tactile vestibular substitution system to facilitate balance and gait of an individual with gentamicin-induced bilateral vestibular hypofunction and bilateral transtibial amputation [J]. *J Neurol Phys Ther*, 2009, 33 (3): 150-159. DOI: 10.1097/npt.0b013e3181a79373.
- [64] VUILLERME N, HLAVACKOVA P, FRANCO C, et al. Can an electro-tactile vestibular substitution system improve balance in patients with unilateral vestibular loss under altered somatosensory conditions from the foot and ankle? [J]. *Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc*, 2011, 2011: 1323-1326. DOI: 10.1109/ieembs.2011.6090311.
- [65] BITTAR R S, BARROS CDE G. Vestibular rehabilitation with biofeedback in patients with central imbalance [J]. *Braz J Otorhinolaryngol*, 2011, 77 (3): 356-361. DOI: 10.1590/s1808-86942011000300014.
- [66] GABILAN Y P, PERRACINI M R, MUNHOZ M S, et al. Aquatic physiotherapy for vestibular rehabilitation in patients with unilateral vestibular hypofunction: exploratory prospective study [J]. *J Vestib Res*, 2008, 18 (2/3): 139-146.
- [67] CHEN E W, FU A S, CHAN K M, et al. The effects of Tai Chi on the balance control of elderly persons with visual impairment: a randomised clinical trial [J]. *Age Ageing*, 2012, 41 (2): 254-259. DOI: 10.1093/ageing/afr146.
- [68] TSANG W W, HUI-CHAN C W. Standing balance after vestibular stimulation in Tai Chi-practicing and nonpracticing healthy older adults [J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 2006, 87 (4): 546-553. DOI: 10.1016/j.apmr.2005.12.040.

(收稿日期: 2021-04-11; 修回日期: 2021-08-06)

(本文编辑: 张小龙)

(上接第 1398 页)

- [65] SCANVION Q, BÉNÉ J, GAUTIER S, et al. Moderate-to-severe eosinophilia induced by treatment with immune checkpoint inhibitors: 37 cases from a national reference center for hypereosinophilic syndromes and the French pharmacovigilance database [J]. *Oncoimmunology*, 2020, 9 (1): 1722022. DOI: 10.1080/2162402X.2020.1722022.
- [66] CYBULSKA-STOPA B, KAMIZSKA-WINCIOREK G, DYDUCH G. Immune-related adverse events in a patient with eosinophilic enteritis treated with immune checkpoint inhibitors (anti-PD-1) [J]. *Melanoma Res*, 2020, 30 (6): 619-624. DOI: 10.1097/CMR.0000000000000693.
- [67] PENG Z, CHENG S Y, KOU Y, et al. The gut microbiome is associated with clinical response to anti-PD-1/PD-L1 immunotherapy in gastrointestinal cancer [J]. *Cancer Immunol Res*, 2020, 8 (10): 1251-1261. DOI: 10.1158/2326-6066.CIR-19-1014.
- [68] ROUTY B, LE CHATELIER E, DEROSA L, et al. Gut microbiome influences efficacy of PD-1-based immunotherapy against epithelial tumors [J]. *Science*, 2018, 359 (6371): 91-97. DOI: 10.1126/science.aan3706.
- [69] GOPALAKRISHNAN V, SPENCER C N, NEZI L, et al. Gut microbiome modulates response to anti-PD-1 immunotherapy in melanoma patients [J]. *Science*, 2018, 359 (6371): 97-103.
- [70] OH D Y, CHAM J, ZHANG L, et al. Immune toxicities elicited by CTLA-4 blockade in cancer patients are associated with early diversification of the T-cell repertoire [J]. *Cancer Res*, 2017, 77 (6): 1322-1330. DOI: 10.1158/0008-5472.CAN-16-2324.
- [71] LIBERT C, DEJAGER L. How steroids steer T cells [J]. *Cell Rep*, 2014, 7 (4): 938-939. DOI: 10.1016/j.celrep.2014.04.041.
- [72] LINSLEY P S, BRADY W, URNES M, et al. CTLA-4 is a second receptor for the B cell activation antigen B7 [J]. *J Exp Med*, 1991, 174 (3): 561-569. DOI: 10.1084/jem.174.3.561.
- [73] XU-MONETTE Z Y, ZHOU J F, YOUNG K H. PD-1 expression and clinical PD-1 blockade in B-cell lymphomas [J]. *Blood*, 2018, 131 (1): 68-83. DOI: 10.1182/blood-2017-07-740993.
- [74] DAS R, BAR N, FERREIRA M, et al. Early B cell changes predict autoimmunity following combination immune checkpoint blockade [J]. *J Clin Invest*, 2018, 128 (2): 715-720. DOI: 10.1172/JCI96798.
- [75] ESFAHANI K, ELKRIEF A, CALABRESE C, et al. Moving towards personalized treatments of immune-related adverse events [J]. *Nat Rev Clin Oncol*, 2020, 17 (8): 504-515. DOI: 10.1038/s41571-020-0352-8.

(收稿日期: 2021-04-13; 修回日期: 2021-10-27)

(本文编辑: 李婷婷)