

前庭康复治疗认知功能的研究进展

王依倩¹ 闫振阳² 王润清¹ 杜滨红¹ 马丽虹¹

¹山东中医药大学康复医学院, 济南 250300; ²潍坊市中医院, 潍坊 261000

通信作者: 马丽虹, Email: lhma2002@163.com

【摘要】 认知功能障碍可出现在多种脑组织相关疾病中, 临床上常用药物或结合作业疗法进行治疗。前庭康复通常是用来改善患者平衡及眩晕症状的疗法。本文对国内外研究结果作一综述, 从研究现状、治疗方式、训练方案等方面阐述前庭康复对认知功能的影响。

【关键词】 前庭康复; 前庭系统; 认知功能障碍

基金项目: 山东省人民政府学位委员会山东省教育厅研究生教育质量提升计划建设项目

Funding: Shandong Provincial Government Thesis Committee and the Developmeng of Shandong Provincial Post-graduate Education Plan Project

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2021.06.022

认知功能包括注意力、记忆力、视空间能力、定向力、执行能力、计算力等多个认知域。脑血管疾病、颅脑损伤、帕金森、阿尔兹海默症等都可能引起认知功能受损, 表现为大脑在摄取、存储、重整和处理信息方面出现障碍, 延长患者的康复时间, 降低患者的生活质量^[1]。前庭康复主要用于治疗与注视稳定相关的眩晕、运动病及平衡功能障碍等。近年来, 相关学者发现前庭康复对患者的部分认知域有改善作用。Sugaya 等^[2]对顽固性头晕患者进行前庭康复后, 发现患者的头晕症状、视空间能力、注意力及执行能力均有所改善。前庭系统参与激活大脑皮质网络, 包括脑岛、颞上回、海马和下顶叶等区域^[3-4]。其中, 颞顶叶连接参与注意过程, 海马体则已被证实与认知和精神疾病有关。除了顶叶皮质和海马外, 前庭系统还投射到内嗅皮质和外嗅皮质, 在不同的记忆过程中发挥重要作用^[5]。本文从研究现状、治疗方式、训练方案等方面就前庭康复对认知功能的影响作一综述。

研究现状

一、视空间能力

视觉空间能力包括多个方面, 如空间记忆、距离和深度感知、空间导航和视觉空间构建等^[6]。前庭障碍主要表现为空间记忆与空间导航能力受损。

1. 空间记忆: 前庭功能的破坏可导致空间记忆缺陷^[7-8]。双侧前庭功能障碍比单侧前庭功能障碍严重, 即使在视觉代偿的情况下也表现出空间记忆缺陷。Zheng 等^[9]对鼓膜移除后(即声音不再有效地传递到锤骨、砧骨和镫骨)的大鼠与前庭功能障碍的大鼠进行研究后, 发现前者表现出的认知能力较后者好, 提示听觉丧失并非是引起空间记忆缺陷的主要原因。Corsi 测试是一种有效且广泛应用的空间记忆测试, Guidetti 等^[10]发现单侧前庭功能障碍者在 Corsi 测试中的表现较对照组差, 提示前庭系统障碍会导致空间记忆能力受损。

2. 空间导航: 空间导航是指在空间环境中移动的能力。有研究显示, 前庭系统对啮齿动物在明暗环境中的空间表现非常重要^[11]。前庭功能丧失患者的空间导航能力明显受损, 在无视

觉提示的情况下导航能力明显下降^[12]。王志伟等^[13]提出空间认知能力下降很可能是导致平衡障碍的一个原因, 提示前庭康复改善平衡功能可能与视空间认知功能的改善有关。

二、注意力与记忆力

注意力代表基本思维水平, 是记忆力的基础。有研究表明, 前庭功能障碍的认知损害超出了空间认知的范畴, 强调了前庭功能障碍对非空间认知过程的影响^[14]。有一种假设是基于 Kahnemmn 的注意能力模型^[6], 认为每个人可供认知的资源是有限的, 但前庭功能存在障碍的患者会需要更多的认知资源来维持运动平衡能力, 由此加剧了对有限认知资源的竞争, 降低了对运动平衡以外的其他任务的认知能力, 如注意力、记忆力等。

Grimm 等^[15]在 102 名淋巴液外瘘综合征患者中, 发现超过 85% 的患者在听觉回忆、成对联想学习等测试中表现出记忆能力下降。在一项因庆大霉素导致前庭毒性的研究中, 发现有 22 名患者(66%)存在认知功能障碍, 主要表现为短期记忆丧失、注意力不集中等^[16]。海马被认为与记忆力有密切的关系, 磁共振容积测定显示海马体的体积与前庭信息的输入相关, 在双侧前庭功能障碍中, 海马体体积缩小最为显著, 韦氏记忆量表评定也反映出患者的记忆功能受损^[17]。此外, 海马 θ 节律是一种与学习记忆功能密切相关、具有特征性的大幅度准正弦性脑电节律, 双侧前庭功能障碍患者海马 θ 波形的准正弦特性被破坏^[18]。

治疗方式

一、前庭刺激

1. 前庭热刺激: 热量刺激已被证实对认知能力有影响^[6]。Bachtold 等^[19]报道前庭热刺激可以改善人类的语言和空间记忆能力。单侧前庭热刺激对视觉空间能力(心理旋转、空间记忆)有改善作用^[20]。

2. 前庭电刺激: 研究表明, 阈下前庭电刺激可以改善视觉空间能力(视觉记忆、知觉缺陷)^[6]。Samoudi 等^[21]发现前庭电刺激可以增加大鼠体内 γ -氨基丁酸的释放。噪音的前庭电刺激

可以减弱面容失认症和图形复制障碍^[22-23]。Zubko 等^[24]在对两名视觉空间忽视的患者进行研究后发现,前庭电刺激在划销实验中具有较好的改善作用。陈光辉等^[25]利用前庭电刺激对血管性痴呆患者进行治疗,发现治疗组的简易精神状态量表评分、蒙特利尔认知评估量表评分以及 Stroop 色词测试评分均高于对照组。

二、前庭康复训练

相对于前庭刺激,前庭康复训练是一种不需要复杂仪器设备、非药物、非介入的绿色治疗方式。通过为患者制订有针对性的训练方案,进行头部、眼球的运动,以及多种身体姿势和活动在改善患者的前庭功能。前庭康复治疗机制有前庭适应、前庭替代和前庭习服^[26]。

1.前庭适应:前庭适应是指通过眼球运动和中枢神经系统前庭-眼反射、颈-眼反射和前庭-脊髓反射等产生的适应性控制。通过头部转动、躯干转动训练和扫视、视觉追踪等练习,用头部运动和视网膜滑动产生的视觉信号反复刺激前庭。研究表明,水平和垂直的头部运动是有效的,而滚动平面上的头部运动不会引起前庭-眼反射的变化^[27]。梁文锐等^[28]运用作业治疗联合前庭训练治疗单侧忽略,结果发现治疗组治疗后二等分试验、划销实验及临摹试验的改善程度均较对照组好。

2.前庭替代:前庭替代主要是通过视觉、本体觉的反馈信息,代偿前庭的缺损功能,重建患者视觉、本体觉及前庭传入信息的整合功能。感觉替代虽有一定的疗效,但老年人对环境的依赖性较大,在某些环境下会出现适应不良的现象。因此需要根据患者的具体情况进行感觉依赖训练,减少对某一感觉信息的依赖程度,内容包括:①视觉依赖性训练,虽然部分前庭功能障碍患者可以通过视觉起到一定的代偿作用,但老年人面临的视力问题较多,如青光眼、黄斑病、白内障等,如果使用视觉代偿,在一定程度上会受到环境中光照强度的影响;②本体觉依赖训练,在恢复过程中,患者可能会出现依赖本体觉来进行日常生活活动的情况,老年人由于身体机能退化或糖尿病等慢性病,会导致足部本体觉的缺失,从而需要依赖前庭系统。训练过程从赤脚到穿鞋逐步进行,开始阶段为增加本体觉输入可采用较薄鞋底,后期逐渐通过在地毯、泡沫和活动平面(如倾斜板)等表面进行抛接球等任务训练,来减少对本体觉的依赖程度,逐渐增加患者对视觉和前庭觉的利用率。

3.前庭习服:前庭习服是指患者通过反复接触刺激,从而减少对此刺激产生病理反应的一种方式。前庭康复最早用于治疗前庭功能损伤和脑震荡,尽量改善患者的眩晕症状及平衡功能^[29]。通过充分暴露在敏感症状的体位下,利用该体位进行运动脱敏,逐步减轻患者的症状。前庭习服的具体训练方案因人而异,主要是针对眩晕等受体位影响较明显的症状,在改善认知功能方面很少应用。

训练方案

一、Cawthorne-Cooksey 训练方案

目前临床进行的前庭康复治疗大多是以 Cawthorne-Cooksey 方案为基础来进行的干预训练,在开始练习之前,通常需要一些简单的技巧来减轻颈部的紧张程度(例如,颈部“米”字操、耸肩、肩部、手臂旋转,以及针对颈部的温和伸展运动)。该练习包括追踪和扫描的眼球运动、头部运动、头眼协调任务、全身运

动和平衡任务等,在训练过程中要求逐渐增加速度,某些动作由睁眼过渡到闭眼完成。Sahni 等^[30]对老年人进行头部运动和 Cawthorne-Cooksey 方案训练,结果发现老年人的认知能力和手眼协调能力改善,提示前庭刺激对认知功能产生影响的原因可能是前庭系统与皮质区存在密切联系。

二、基于前庭康复理论的针对性训练方案

根据前庭康复理论及临床经验综合而成的、具有针对性的训练方式,通过这些基础训练来促进平衡等功能的改善。有研究者总结了相关练习的组成部分,发现部分训练内容与 Cawthorne-Cooksey 练习方案高度一致,其理论基础都是前庭适应和前庭替代,通过特定的运动刺激前庭功能。上述两种训练方案是临床常见的基础训练方式,前庭康复训练的方法并非唯一的,需要针对不同人群、不同时期、不同病变和耐受程度以及不同需求,进行灵活组合改良。需要注意的是老年人群由于身体机能退化、直立性低血压和直立不耐受等原因,在进行练习之前需要先评估其跌倒风险。

前庭康复治疗的新兴技术

随着科技的进步,前庭康复领域出现了虚拟现实训练法、远程认知功能训练等新技术。目前应用于前庭康复的虚拟现实类型主要有:集成头戴显示和广角视野。王密等^[32]指出虚拟现实训练法是很有前景的,利用计算机来控制可在安全且相对容易控制的条件下,提供更具挑战性的环境,增加患者的训练兴趣,实现与虚拟世界的交互,来增强患者的沉浸感,以强化训练效果。远程认知训练对于行动不便、长期认知障碍严重的患者提供了更便捷的方式,在家中或社区即可接受相应的指导与康复训练。新兴领域还有多项技术处于临床试验阶段,有望在今后能够为患者创造出更高效、更经济的前庭康复训练方式。

局限性与展望

已有多项研究证实,前庭康复在改善认知功能方面的效果及安全性较好^[33]。目前的研究也存在一定的局限性,大多数研究是从前庭系统的相关神经网络分析出发,缺乏直接的病理学证据,未从具体机制探究前庭康复对认知功能的直接影响,也未能揭示前庭功能对平衡功能的影响是否是取决于对空间认知功能的改善。此外,国内外临床研究多限于单侧或双侧前庭功能障碍相关疾病及脑卒中后单侧忽略等,尚需扩大研究的病种范围。在今后的研究中,可以从相关机制着手,扩大临床试验范围,为认知功能的改善提供新的治疗思路与方法。

参 考 文 献

- [1] 陶媛媛,孙蓉,宋鲁平.认知功能障碍评价及康复治疗进展[J].中国现代神经疾病杂志,2017,17(5):320-327. DOI:10.3969/j.issn.1672-6731.2017.05.002.
- [2] Sugaya N, Arai M, Goto F.Changes in cognitive function in patients with intractable dizziness following vestibular rehabilitation[J].Sci Rep,2018,8(1):9984. DOI:10.1038/s41598-018-28350-9.
- [3] Ventre-Dominey J.Vestibular function in the temporal and parietal cortex: distinct velocity and inertial processing pathways[J].Front Integr Neurosci,2014,8(1):53. DOI:10.3389/fnint.2014.00053.

- [4] Besnard S, Machado ML, Vignaux G, et al. Influence of vestibular input on spatial and nonspatial memory and on hippocampal NMDA receptors [J]. *Hippocampus*, 2012, 22 (4) : 814-826. DOI: 10.1002/hipo.20942.
- [5] Schultz H, Sommer T, Peters J. Direct evidence for domain-sensitive functional subregions in human entorhinal cortex [J]. *J Neurosci*, 2012, 32 (14) : 4716-4723. DOI: 10.1523/JNEUROSCI.5126-11.2012.
- [6] Bigelow RT, Agrawal Y. Vestibular involvement in cognition; visuospatial ability, attention, executive function, and memory [J]. *J Vestib Res*, 2015, 25(2) : 73-89. DOI : 10.3233/VES-150544.
- [7] Smith PF, Zheng Y. Principal component analysis suggests subtle changes in glutamate receptor subunit expression in the rat hippocampus following bilateral vestibular deafferentation in the rat [J]. *Neurosci Lett*, 2013, 548 (1) : 265-268. DOI: 10.1016/j.neulet.2013.05.036.
- [8] Zheng Y, Balabhadrapatruni S, Baek JH, et al. The effects of bilateral vestibular loss on hippocampal volume, neuronal number and cell proliferation in rats [J]. *Front Neurol*, 2012, 3(1) : 1-8. DOI: 10.3389/fneur.2012.00020.
- [9] Zheng Y, Cheung I, Smith PF. Performance in anxiety and spatial memory tests following bilateral vestibular loss in the rat and effects of anxiolytic and angiogenic drugs [J]. *Behav Brain Res*, 2012, 235(1) : 21-29. DOI: 10.1016/j.bbr.2012.07.025.
- [10] Guidetti G, Monzani D, Trebbi M, et al. Impaired navigation skills in patients with psychological distress and chronic peripheral vestibular hypofunction without vertigo [J]. *Acta Otorhinolaryngol Ital*, 2008, 28 (1) : 21-25.
- [11] Yoder RM, Taube JS. The vestibular contribution to the head direction signal and navigation [J]. *Front Integr Neurosci*, 2014, 8 (1) : 32. DOI:10.3389/fnint.2014.00032.
- [12] Péruçh P, Borel J, Magnan J, et al. Direction and distance deficits in path integration after unilateral vestibular loss depend on task complexity [J]. *Brain Res Cogn Brain Res*, 2005, 25 (3) : 862-872. DOI: 10.1016/j.cogbrainres.2005.09.012.
- [13] 王志伟, 金建峰, 李清章, 等. 轻度认知障碍患者平衡功能与视空间感知功能的关系 [J]. *中国健康心理学杂志*, 2016, 24 (12) : 1778-1782. DOI:10.13342/j.cnki.cjhp.2016.12.004.
- [14] Popp P, Wulff M, Finke K, et al. Cognitive deficits in patients with a chronic vestibular failure [J]. *J Neurol*, 2017, 264 (3) : 554-563. DOI 10.1007/s00415-016-8386-7.
- [15] Grimm RJ, Hemenway WG, Lebray PR, et al. The perilymph fistula syndrome defined in mild head trauma [J]. *Acta Otolaryngol Suppl*, 1989, 464(1) : 1-40. DOI: 10.3109/00016488909138632.
- [16] Black FO, Pesznecker S, Stallings V. Permanent gentamicin vestibulotoxicity [J]. *Otol Neurotol*, 2004, 25 (4) : 559-569. DOI: 10.1097/00129492-200407000-00025.
- [17] Brandt T, Schautzer F, Hamilton DA, et al. Vestibular loss causes hippocampal atrophy and impaired spatial memory in humans [J]. *Brain*, 2005, 128 (11) : 2732-2741. DOI:10.1093/brain/awh617.
- [18] Neo P, Carter D, Zheng Y, et al. Septal elicitation of hippocampal theta rhythm did not repair the cognitive and emotional deficits resulting from vestibular lesions [J]. *Hippocampus*, 2012, 22 (5) : 1176-1187. DOI:10.1002/hipo.20963
- [19] Bächtold, D, Baumann T, Sándor PS, et al. Spatial- and verbal-memory improvement by cold-water caloric stimulation in healthy subjects [J]. *Exp Brain Res*, 2001, 136 (1) : 128-132. DOI: 10.1007/s002210000588.
- [20] Falconer CJ, Mast FW, Balancing the mind: vestibular induced facilitation of egocentric mental transformations [J]. *Exp Psychol*, 2012, 59 (6) : 332-339. DOI:10.1027/1618-3169/a000161.
- [21] Samoudi G, Nissbrandt H, Dutia MB, et al. Noisy galvanic vestibular stimulation promotes GABA release in the substantia nigra and improves locomotion in hemiparkinsonian rats [J]. *PLoS One*, 2012, 7 (1) : 29308. DOI: 10.1371/journal.pone.0029308.
- [22] Wilkinson D, Ko P, Kilduff P, et al. Improvement of a face perception deficit via subsensory galvanic vestibular stimulation [J]. *J Int Neuropsychol Soc*, 2005, 11 (7) : 925-929. DOI: 10.1017/S1355617705051076.
- [23] Wilkinson D, Zubko O, DeGutis J, et al. Improvement of a figure copying deficit during subsensory galvanic vestibular stimulation [J]. *J Neuropsychol*, 2010, 4 (1) : 107-118. DOI: 10.1348/174866409X468205.
- [24] Zubko O, Wilkinson D, Langston D, et al. The effect of repeated sessions of galvanic vestibular stimulation on target cancellation in visuospatial neglect: preliminary evidence from two cases [J]. *Brain Inj*, 2013, 27(5) : 613-619. DOI: 10.3109/02699052.2013.767938.
- [25] 陈光辉, 周发明, 上官守琴, 等. 前庭电刺激对血管性痴呆患者认知功能影响 [J]. *湖北医药学院学报*, 2014, 33 (2) : 128-130, 135. DOI:10.13819/j.issn.1006-9674.2014.02.008.
- [26] 张启富, 吴小平. 前庭康复在神经康复中的应用进展 [J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2018, 40(8) : 634-637. DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2018.08.020.
- [27] Herdman SJ. Role of vestibular adaptation in vestibular rehabilitation [J]. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 1998, 119(1) : 49-54. DOI: 10.1016/S0194-5998(98)70195-0.
- [28] 梁文锐, 陈钊德, 梁天佳, 等. 作业疗法联合前庭训练早期介入对单侧忽略疗效的影响 [J]. *广西医科大学学报*, 2014, 31(4) : 610-611.
- [29] 吴子明. 前庭康复 [M]. 郑州: 河南科学技术出版社, 2018: 335-336.
- [30] Sahni RK, Singh H, Kaur G. Effect of vestibular rehabilitation on cognition and eye hand coordination in elderly [J]. *Indian J Phys Occup Ther*, 2019, 13(2) : 161-165.
- [31] Han BI, Song HS, Kim S. Vestibular rehabilitation therapy: review of indications, mechanisms, and key exercises [J]. *Clin Neurol*, 2011, 7 (4) : 184-196. DOI: 10.3988/jcn.2011.7.4.184.
- [32] 王密, 卢伟. 前庭康复治疗的研究进展 [J]. *听力学及言语疾病杂志*, 2014, 22(5) : 545-548. DOI: 10.3969/j.issn.1006-7299.2014.05.024.
- [33] Whitney SL, Alghwiri AA, Alghadir A. An overview of vestibular rehabilitation [J]. *Handb Clin Neurol*, 2016, 137 (1) : 187-205. DOI: 10.1016/B978-0-444-63437-5.00013-3.

(修回日期: 2021-04-26)

(本文编辑: 凌 琛)