

# 视动刺激干预脑卒中后单侧忽略的研究进展

张仁刚,何成晓,王迪,黄寅康,王凤怡,杨永红

【关键词】 脑卒中;单侧忽略;视动刺激

【中图分类号】 R49;R743.3 【DOI】 10.3870/zgkf.2021.08.011

单侧忽略(unilateral neglect)是脑卒中患者常出现的临床症状,左、右侧大脑卒中均有可能发生。其中,右侧大脑卒中后发生率高达13%~81%<sup>[1]</sup>,发病2~3d的右侧脑卒中患者单侧忽略的发生率高达65%<sup>[2]</sup>。单侧忽略表现为对来自偏瘫侧的视觉、听觉、触觉等多种感觉刺激的无反应或反应弱,以及倾向于健侧肢体的动作、行为偏向。单侧忽略患者常出现视空间注意障碍、行为异常<sup>[3]</sup>,以及运动、感觉和日常生活活动能力(activities of daily living, ADL)障碍<sup>[4]</sup>,其Barthel指数评分远远低于无忽略症状的脑卒中患者<sup>[5]</sup>。单侧忽略有一定的自愈性,但很大一部分没有经过系统训练的单侧忽略患者的忽略症状会长期存在,并影响其日常生活活动能力及工作能力,给家庭和社会带来沉重的负担<sup>[6~7]</sup>。

单侧忽略通常被认为是一组复杂的临床症状的总称,不同的忽略类型有不同的表现,各种忽略亚型之间又存在交叉症状,因此,目前尚没有一种公认的中枢机制能够解释所有的单侧忽略症状。基于不同的机制假说,学者们提出了多种单侧忽略治疗方法用于临床,常见的技术包括视动刺激、视觉-前庭-本体感觉刺激(如前庭冷热刺激、颈部肌肉震动、躯干旋转、肢体运动训练等)、经颅直流电刺激、重复性经颅磁刺激、棱镜适应技术及视觉扫描训练等<sup>[8~9]</sup>。各种治疗技术的治疗效果尚不统一,且缺乏系统性。因此,探索一种对忽略症状有效的干预措施是十分必要的。

视动刺激是少有的基于活动且兼具“自上而下”和“自下而上”策略的治疗手段。研究表明,相较于其它的治疗技术,视觉扫描和视动刺激治疗单侧忽略的疗效更加确切<sup>[10]</sup>,且在许多研究中,视动刺激的效果优

于视觉扫描<sup>[11~13]</sup>。近期,国外有研究把视动刺激作为基础,将其它治疗方式叠加,进而研究叠加效果<sup>[14~15]</sup>。本文通过综述国内外关于视动刺激治疗单侧忽略的临床应用和机制研究进展,讨论其用于单侧忽略的具体治疗方案、康复疗效、潜在机制等,以期为临床应用提供参考。

## 1 视动刺激的概述

一般心理学定义中,视动刺激(optokinetic stimulation, OKS)运用的眼球运动包括眼跳和平滑追踪。眼跳是眼球的快速弹道运动(速度在400°/s到800°/s之间),在15~20ms内完成,通常用于将中央凹(视网膜高敏感度区域)从原来的注视目标转移到新的目标<sup>[16~17]</sup>。平滑追踪为眼球追踪环境中的运动刺激,平均速度为30~100°/s,依赖于个体将运动目标保持在中央凹上的能力<sup>[18]</sup>。眼跳运动是眼球对环境中的视觉刺激做出的反应,为自下而上的信息处理(外部驱动)<sup>[17]</sup>,与视觉扫描类同;平滑追踪眼球运动则是用于追踪环境中的运动刺激,其过程需要主动预测以补偿个体在视觉处理流中固有的神经滞后,主要是使用自上而下的信息处理(内部驱动),同时辅以自下而上的对刺激物的反应(外部驱动)<sup>[12]</sup>。用于脑卒中单侧忽略治疗的视动刺激通常选用平滑追踪。本文以下所讨论的视动刺激,特指平滑追踪训练。

有研究指出,内部驱动和外部驱动都可以改善脑卒中后单侧忽略和运动功能<sup>[10,19]</sup>。因此,常有研究者将视觉扫描和视动刺激在治疗单侧忽略的疗效方面作比较。视觉扫描训练是一种基于眼跳运动的传统干预方法<sup>[20]</sup>,通过引导视觉向忽略侧重新定位进行治疗<sup>[21]</sup>,有证据表明视觉扫描训练可推荐用于左侧忽略患者的康复<sup>[22]</sup>。视觉扫描训练通常要求患者从上到下、从左到右扫描静止的刺激物,而视动刺激训练中的刺激物是动态的。也就是说,视动刺激和视觉扫描两种治疗方法的关键区别在于视觉刺激物的移动和静

基金项目:国家自然科学基金青年基金(81601976),四川省卫健委重点项目(140057)

收稿日期:2021-03-25

作者单位:四川大学华西医院康复医学中心,成都 610041

作者简介:张仁刚(1987-),男,技师,主要从事神经系统疾病的作业治疗研究。

通讯作者:杨永红,nicole@scu.edu.cn

止,以及患者在训练中表现出的眼球运动类型。相较于视觉扫描,视动刺激具有动态性,通过捕获注意和吸引注意力到空间位置从而改善症状,需要受试者主动注意以及一定的认知功能和配合,除了自下而上,还有自上而下的策略。在 2015 年 Hill 等<sup>[20]</sup>进行的系统综述中也将这两种方法进行了比较,大量临床研究结果表明视动刺激训练治疗脑卒中后空间忽略的疗效优于视觉扫描训练。

## 2 视动刺激实现方式研究进展

最早期的视动刺激利用幕布上移动的物体来实现。Pizzamiglio 等<sup>[23]</sup>在昏暗的房间中,利用光源在贴有带孔黑色胶带的玻璃屏幕(80cm × 40cm)上制造出光点,并以 50cm/s 的速度移动光源,受试者的头被固定在距离玻璃屏幕中心水平 35cm 处,注视移动的光点,直到观察到眼震。

在后来的研究中,大多数平滑追踪训练通过计算机程序实现。由电脑显示屏呈现数个随机分布的方块或圆点,在与其对比色差较大的背景上以一定的速度从右向左移动<sup>[7,13-20]</sup>。所追踪的方块或圆点可以是 5~120 个,一般直径为 2~5cm,其移动速度为 5~10cm/s。受试者眼睛距离屏幕 40~60cm,鼓励其在固定头部的情况下进行平稳的眼球追踪运动,反复循环刺激,至少 20 次,共 25~40min,持续 2 周(每天 1 次,每周 5~6d)训练<sup>[7,11-13,24-25]</sup>。要求受试者眼球尽量跟随亮点移动时,可在患者眼前放置镜子观察患者眼震颤情况,通过调节方块移动速度提升受试者关注度并尽量引出最大数量的眼震<sup>[7]</sup>。一般视动刺激训练持续 30min 左右,需要受试者集中注意力,操作者需不断的提醒受试者头部不要移动并纠正其错误的观察方向,鼓励其尽量坚持完成训练。

随着视动刺激治疗效果的肯定,以及多媒体呈现的多样性,视动刺激逐渐作为治疗元素之一被整合到多模态的人机互动式干预手段中。如 Hopfner 等<sup>[14]</sup>关于连续性 θ 波刺激(Continuous theta burst stimulation, cTBS)联合平滑追踪训练治疗脑卒中后单侧忽略的研究中,就是利用电子屏幕中“在天空中飞翔的鸟”来进行视动刺激,并且受试者需进行触屏追踪。再如,Fordell 等<sup>[26]</sup>利用 3D 眼镜和计算机搭建虚拟现实场景,搭载视觉追踪等任务态游戏,对脑卒中后单侧忽略患者进行训练。为了准确记录患者眼动情况,分析其任务过程中视觉注意状态,研究者常联合眼动追踪仪记录眼球水平及竖直运动模式<sup>[27]</sup>。

## 3 视动刺激治疗脑卒中单侧忽略的疗效

### 3.1 视动刺激改善单侧忽略的提出 早在 1990 年,

Pizzamiglio 等<sup>[23]</sup>在 Rubens<sup>[28]</sup>提出的多感官刺激治疗脑卒中单侧忽略理论的基础上,提出并实施了视动刺激干预单侧忽略的对比研究,结果发现从右向左的视动刺激较从左向右有着积极的作用。此后,Pizzamiglio<sup>[29-30]</sup>的研究团队相继开展了对照研究,在肯定视动刺激有效性的基础上,提出了刺激移动速度不宜太快,应不超过 10cm/s 或 15°/s,且需引出眼震,否则效果不佳。

**3.2 单独使用视动刺激的疗效** 单独使用视动刺激可以改善视空间忽略和听觉忽略。Kerkhoff 等<sup>[13]</sup>在 2006 年第一次公开发表了关于视动刺激治疗脑卒中单侧忽略的临床随机对照研究,其结果发现相比 2 周的常规视觉扫描训练,2 周的重复性视动刺激训练能够明显改善患者在数字删除、平分线段和段落阅读等任务测试中的表现,且治疗效果在随访中保持稳定。此后,Kerkhoff 的研究团队分别在 2012 年<sup>[11]</sup>和 2013 年<sup>[12]</sup>相继报告了关于单一疗程视动刺激和重复性视动刺激干预脑卒中后单侧听觉忽略和视空间忽略的疗效研究。其研究结果表明,相较于静态图案观察和常规视觉扫描训练<sup>[11-12]</sup>,视动刺激能够明显而持续地改善视空间忽略(数字删除、视知觉-运动平分线段、段落阅读)和听觉忽略(听觉中线),且单一疗程的视动刺激可诱导听觉忽略快速而短暂的恢复(包括刺激终止后的持续效应),而重复的视动刺激训练可以使听觉忽略和视空间忽视的疗效更持久<sup>[11]</sup>。因此,重复性眼动刺激训练可能是一种有效且易于应用的治疗听觉忽略和视觉忽略的康复治疗技术。大部分研究选择病程中后期,也有部分学者研究了视动刺激对脑卒中早期患者单侧忽略症状的疗效。Schrder 等<sup>[24]</sup>进行的临床随机对照研究比较了视动刺激训练对比 TENS 和常规康复治疗在改善脑卒中急性期视觉忽略的有效性,结果显示视动刺激训练组在阅读和写作方面有显著的改善,且治疗效果在治疗结束后一周仍然存在。Kerkhoff 等<sup>[25]</sup>在 2014 年的研究报告了类似的结果,相比常规视觉扫描,视动刺激训练在脑卒中急性期床旁治疗的疗效明显,不仅可以加速单侧忽略的恢复,还可以帮助注意力的提高。作为国内仅有的一个关于视动刺激的临床随机研究,高呈飞等<sup>[7]</sup>的研究结果与上述研究结果基本一致,其纳入受试者平均病程为 33d。该研究中视动刺激明显改善了脑卒中单侧忽略症状及日常行为能力,且在随访观察的 2 周内治疗效果持续。因此,在脑卒中早期应用视动刺激进行单侧忽略治疗是有效可行的,必要时可行床旁治疗。

**3.3 视动刺激与其他治疗联合应用的疗效** 在视动刺激治疗单侧忽略的有效性被进一步肯定后,出现了

许多关于视动刺激治疗联合其他忽略治疗技术的疗效研究。Keller等<sup>[18]</sup>发现,相比视动刺激联合棱镜和上肢运动,只应用视动刺激治疗脑卒中慢性期单侧忽略效果更佳。Machner等<sup>[31]</sup>的研究表明,在脑卒中患者急性期进行单侧视野遮蔽联合视动刺激治疗,对单侧忽略的自发性缓解过程无累加作用。目前热门的神经调控技术cTBS和tDCS也被用来联合视动刺激验证其叠加效应,前者表明联合治疗优于常规康复治疗,后者显示联合治疗优于视动刺激的单独使用<sup>[14-15]</sup>。视动刺激治疗联合其他单侧忽略治疗技术的疗效还有待进一步证实。

#### 4 视动刺激治疗单侧忽略的潜在机制

脑卒中患者大脑的某些特定区域(包括额叶前皮质,颞顶叶交界处及其周围的皮质区域,以及外侧裂周区)受损时,其出现偏侧忽略的可能性升高<sup>[13]</sup>。而感觉刺激可以激活多个大脑区域(颞顶叶皮层、基底神经节、脑干、小脑),其中一些区域涉及听觉和视觉空间编码。Kerkhoff等<sup>[32]</sup>在研究中发现,视动刺激激活了大量的皮层(颞顶叶,岛叶)和皮层下区域(基底节区),这些区域都参与了多模式感觉整合。Sturm等<sup>[33-34]</sup>通过fMRI证实,重复性视动刺激能够明显激活参与灵敏性以及空间注意力的后皮层区域(包括角回,颞枕叶,楔前叶和后扣带回)。因此,重复性视动刺激治疗单侧忽略的疗效机制可能与其改善偏侧忽略患者相应脑区的生理解剖关联。

另一种假说则认为,视动刺激通过给单侧忽略患者被扰乱的空间知觉提供指向性的视觉运动输入来促进其更准确的自我空间知觉的形成<sup>[35]</sup>。Schenk等<sup>[36]</sup>在研究中发现,即使是大面积脑损伤的患者,其视觉运动系统仍大部分保持完整。因此,在单侧忽略患者中,全局定向的重复性视动刺激可能为对侧视觉运动系统提供强调节输入,进而影响患者的空间注意力与知觉。

#### 5 结束语与展望

视动刺激作为一种干预单侧忽略的治疗手段,具有操作简单,无创易执行的优点,已经有一定数量的临床研究证明其在改善听觉忽略、视空间忽略及日常生活活动能力方面的正向作用,且未见关于不良反应的描述。但是,由于现有研究的不足,未来仍然需要更多大样本、多中心、长随访周期的高质量临床随机对照研究来进一步验证疗效和安全性,并确定最佳训练方案。目前,国内采用视动刺激治疗脑卒中后单侧忽略的临床实践经验缺乏,相关研究也不多。因此,作者期望通过本文为从事脑卒中康复的专业人员在临床治疗和相

关研究方面提供参考,助力脑卒中患者的康复。

#### 【参考文献】

- [1] 宋苗苗,李磊,张洪洋,等.脑卒中后单侧空间忽略的研究进展[J].中国康复,2018,33(1):60-63.
- [2] 李雪静,周星楠,许将.行为学疗法联合重复经颅磁刺激对脑卒中后单侧空间忽略患者的影响研究[J].实用心脑肺血管病杂志,2021,29(1):31-35.
- [3] Elisa P, Silvia S, Pietro C, et al. Assessment and rehabilitation of neglect using virtual reality: a systematic review[J]. Frontiers in Behavioral Neuroscience,2015,25(9): 226-237.
- [4] 王玉,唐巍.脑卒中后单侧空间忽略的诊疗思路[J].安徽中医药大学学报,2021,40(1):1-4.
- [5] Kerkhoff G, Schenk T. Rehabilitation of neglect: An update[J]. Neuropsychologia, 2012, 50(6):1072-1079.
- [6] 洪文军,陶静.脑卒中后单侧忽略的研究进展[J].中国康复,2016,31(4):305-308.
- [7] 高呈飞,朱其秀,刘云霞,等.视动刺激治疗视空间偏侧忽略的临床研究[J].中国康复医学杂志,2014,29(4):324-328.
- [8] 王晓敏.脑卒中后单侧忽略的针灸治疗[J].中国康复理论与实践,2007,13(12):1196-1197.
- [9] 宋桂芹,王茂斌.重复经颅磁刺激在认知功能障碍康复中的作用[J].中国康复,2014,29(1):57-60.
- [10] Kpyla B, Jhm A, Pfma B, et al. A Systematic Review and Meta-Analysis of Rehabilitative Interventions for Unilateral Spatial Neglect and Hemianopia Poststroke from 2006 Through 2016 - ScienceDirect[J]. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 2019, 100(5):956-979.
- [11] Kerkhoff G, Keller I, Artinger F, et al. Recovery from auditory and visual neglect after optokinetic stimulation with pursuit eye movements-Transient modulation and enduring treatment effects [J]. Neuropsychologia,2011,50(6):1164-1177.
- [12] Kerkhoff G, Reinhart S, Ziegler W, et al. Smooth pursuit eye movement training promotes recovery from auditory and visual neglect: a randomized controlled study[J]. Neurorehabilitation & Neural Repair, 2013, 27(9):789-798.
- [13] Kerkhoff G, Keller I, Ritter V, et al. Repetitive optokinetic stimulation induces lasting recovery from visual neglect[J]. Restorative neurology and neuroscience, 2006, 24(4-6):357-369.
- [14] Hopfner S, Cazzoli D, RM Müri, et al. Enhancing treatment effects by combining continuous theta burst stimulation with smooth pursuit training[J]. Neuropsychologia, 2015, 74 (7): 145-151.
- [15] Turgut N, Miranda M, Kastrup A, et al. tDCS combined with optokinetic drift reduces egocentric neglect in severely impaired post-acute patients[J]. Neuropsychological Rehabilitation, 2017, 128(5): 15-15.
- [16] Martinez-Conde S, Macknik SL, Hubel DH. The role of fixational eye movements in visual perception[J]. Nature Review Neuroscience, 2004, 5(3):229-240.
- [17] Kinchla RA, Wolfe JM. The order of visual processing: "Top-down," "bottom-up," or "middle-out"[J]. Perception & Psychophysics, 1979, 25(3):225-231.

- [18] K Keller I, Lefin-Rank G, J L? sch, et al. Combination of pursuit eye movement training with prism adaptation and arm movements in neglect therapy: a pilot study[J]. *Neurorehabilitation & Neural Repair*, 2009, 23(1): 58-66.
- [19] Dinten-Fernandez A, Fernandez-Gonzalez P, Koutsou A, et al. Top-down and bottom-up approaches for the treatment of unilateral spatial neglect in stroke patients: A systematic review[J]. *Rehabilitation*. 2019;53(2):93-103.
- [20] Hill D, Coats R O, Halstead A, et al. A Systematic Research Review Assessing the Effectiveness of Pursuit Interventions in Spatial Neglect Following Stroke[J]. *Translational Stroke Research*, 2015, 6(6):410-420.
- [21] Wyk AV, Eksteen CA, Rheeder P. The Effect of Visual Scanning Exercises Integrated into Physiotherapy in Patients with Unilateral Spatial Neglect Poststroke: A Matched-Pair Randomized Control Trial[J]. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 2014, 28(9):856-873.
- [22] J Luauté, Halligan P, Rode G, et al. Visuo-spatial neglect: a systematic review of current interventions and their effectiveness [J]. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 2006, 30(7):961-982.
- [23] Pizzamiglio L, Frasca R, Guariglia C, et al. Effect of optokinetic stimulation in patients with visual neglect [J]. *Cortex*, 1990, 26 (4): 535-541.
- [24] Schrder A, Wist E R, Hmberg V. TENS and optokinetic stimulation in neglect therapy after cerebrovascular accident: A randomized controlled study[J]. *European Journal of Neurology*, 2008, 15(9):922-927.
- [25] Kerkhoff G, Bucher L, Brasse M, et al. Smooth Pursuit "Bed-side" Training Reduces Disability and Unawareness During the Activities of Daily Living in Neglect: A Randomized Controlled Trial[J]. *Neurorehabilitation & Neural Repair*, 2014, 28 (6): 554-563.
- [26] Fordell H, Bodin K, Eklund A, et al. RehAtt - scanning training for neglect enhanced by multi-sensory stimulation in Virtual Reality[J]. *Topics in Stroke Rehabilitation*, 2016; 23 (3): 191-199.
- [27] Emerson R L, A Garcia-Molina, Car Ba Llo J L, et al. Visual search in unilateral spatial neglect: The effects of distractors on a dynamic visual search task[J]. *Applied Neuropsychology: Adult*, 2018, 26(2):1-10.
- [28] Rubens, A. B. Caloric stimulation and unilateral visual neglect [J]. *Neurology*, 1985, 35(7): 1019-1024.
- [29] Pizzamiglio L, Antonucci G, Judica A, et al. Cognitive rehabilitation of the hemineglect disorder in chronic patients with unilateral right brain damage[J]. *J Clin Exp Neuropsychol*, 1992, 14 (6):901-923.
- [30] Pizzamiglio L, Fasotti L, Jehkonen M, et al. The use of Optokinetic Stimulation in Rehabilitation of the Hemineglect Disorder [J]. *Cortex*, 2004, 40(3):441-450.
- [31] Machner B, Konemund I, Sprenger A, et al. Randomized controlled trial on hemifield eye patching and optokinetic stimulation in acute spatial neglect[J]. *Stroke; a journal of cerebral circulation*, 2014, 45(8):2465-2468.
- [32] Kerkhoff G, Schindler I, Keller I, et al. Visual background motion reduces size distortion in spatial neglect[J]. *Neuroreport*, 1999, 10(2):319-323.
- [33] Mattingley J B, Bradshaw J L, Bradshaw J A. Horizontal visual motion modulates focal attention in left unilateral spatial neglect [J]. *Journal of Neurology Neurosurgery & Psychiatry*, 1994, 57 (10):1228-1235.
- [34] Sturm W, Thimm M, J Küst, et al. Alertness-training in neglect: behavioral and imaging results [J]. *Restorative Neurology & Neuroscience*, 2006, 24(4-6):371-384.
- [35] Silveri M C, Ciccarelli N, Cappa A. Unilateral Spatial Neglect in Degenerative Brain Pathology[J]. *Neuropsychology*, 2011, 25 (5):554-566.
- [36] Schenk T, Zihl J. Visual motion perception after brain damage: I. Deficits in global motion perception[J]. *Neuropsychologia*, 1997, 35(9): 1289-1297.

## • 外刊拾粹 •

### 等长收缩时进行全身振动训练

抗阻训练后力量的增加是神经和结构适应的结果。全身振动训练(WBVT)已被证明可以增强动态运动表现,提高力-速度和功率-速度曲线。本研究探讨了六周的全身振动训练对最大等长收缩的肌肉力量和活性的影响。受试者为30名健康青年,随机分为对照组(CG)和全身振动训练组。在45°、30°、15°和-15°进行等长最大自主收缩(MVC),并在每个位置均获得最大峰值做功。全身振动训练组进行为期6周,每周3次,每次20-25分钟的训练。在训练前后,对受试者的身体成分、踝关节跖屈肌力量和肌电图进行评估,并用超声分析肌束角度和长度。全身振动训练组的等长最大自主收缩前后变化在-15°( $P=0.01$ )、0°( $P=0.05$ )、15°( $P=0.05$ )和30°( $P=0.04$ )时均大于对照组。在肌电图振幅和肌肉结构变化方面,两组之间无显著差异。结论:在等长肌力训练中应用全身振动可以增加等长跖屈肌力量,而不会引起电生理信号、肌肉结构或身体成分的变化。

(刘博群 周凤华译)

Rubio-Aris J, et al. Effects of WholeBody Vibration Training on Calf Muscle Function during Maximal Isometric Voluntary Contraction. *Scand J Med Sci Sport*. 2021. <https://doi.org/10.1111/sms.13935>.

中文翻译由WHO康复培训与研究合作中心(武汉)组织

本期由中国医科大学附属盛京医院 张志强教授主译编