

基于体感互动的综合平衡训练对脑卒中偏瘫患者平衡功能的影响

王丛笑, 郟淑燕, 李伟, 汪杰, 陈颖

【摘要】 目的:探讨基于体感互动的综合平衡训练对脑卒中偏瘫患者平衡能力的影响。方法:35例脑卒中偏瘫患者随机分为体感互动综合平衡训练组(观察组)18例和传统平衡训练组(对照组)17例。对照组进行传统平衡训练,观察组利用体感互动技术,结合任务导向性游戏项目进行平衡训练、躯干控制训练和下肢力量训练的综合平衡训练。治疗期间均配合常规康复治疗。分别在治疗前及治疗4周后进行静动态平衡功能评估。结果:治疗4周后,2组 Berg 平衡量表(BBS)及 Fugl-Meyer 运动功能评分(FMA)下肢部分评分均较治疗前明显提高($P < 0.01$),且观察组更高于对照组($P < 0.01, 0.05$)。治疗后,观察组在睁眼站立、闭眼站立、脚前后站立时重心摆动速度和稳定时间评分均较治疗前及对照组显著降低($P < 0.05, 0.01$),对照组在睁眼站立时重心摆动速度和稳定时间评分与治疗前比较显著降低($P < 0.05, 0.01$),脚前后站立和闭眼站立时重心摆动速度与治疗前比较无显著性差异。结论:基于体感互动的综合平衡训练结合常规平衡训练能更有效的改善脑卒中偏瘫患者的静动态平衡能力。

【关键词】 体感互动技术;平衡训练;脑卒中;平衡功能

【中图分类号】 R49;R743.3 **【DOI】** 10.3870/zgkf.2019.03.007

Effects of Comprehensive Balance Training Based on Virtual Reality Training on Balance Function of Stroke Patients with Hemiplegia Wang Congxiao, Qie Shuyan, Li Wei, et al. Department of Rehabilitation Medicine, Beijing Rehabilitation Hospital of Capital Medical University, Beijing 100144, China

【Abstract】 Objective: To explore the effect of comprehensive balance training based on somatosensory interaction on the balance ability of stroke patients with hemiplegia. **Methods:** Thirty-five stroke patients with hemiplegia were randomly divided into observation group ($n=18$) and control group ($n=17$). The control group was given the traditional balance training. The observation group received balance training, trunk control training and lower limb strength training. The training was done using somatosensory interaction techniques, combined with mission-oriented games. During the treatment, regular rehabilitation treatment was used. Static and dynamic balance function was assessed before and 4 weeks after treatment. **Results:** After 4 weeks of treatment, BBS and FMA scores of lower limbs in both groups were significantly higher than before ($P < 0.01$), and those in the observation group were higher than in the control group ($P < 0.01$). After treatment, the observation group showed significant improvement in the time of stabilization and the average COP velocity when standing in open eyes, closed eyes, one foot in front ($P < 0.01$). The average COP velocity and the time of stabilization in control group were significantly improved as compared with those before treatment ($P < 0.05, 0.01$). There was no significant difference in the average COP velocity when standing in closed eyes and one foot in front. **Conclusion:** Comprehensive balance training based on somatosensory interaction combined with routine balance training can more effectively improve the static and dynamic balance function of stroke patients with hemiplegia.

【Key words】 somatosensory interaction technology; balance training; stroke; balance function

脑卒中是临床上常见的致残性疾病之一,约有55%~75%的脑卒中患者会遗留不同程度的运动功能障碍,严重降低了患者的生活质量。平衡功能障碍是脑卒中患者最常见的功能问题之一,平衡功能的恢复

程度对患者步行能力及日常生活活动能力的提高具有重要意义^[1]。传统康复的平衡训练虽然有一定的疗效但也存在一些不足,如训练缺乏趣味性和视觉的反馈往往导致患者训练积极性和依从性下降,甚至很难改善实际步行能力^[2]。随着计算机综合集成技术的不断发展,模拟丰富的训练环境,集训练和娱乐于一体的虚拟现实技术在脑卒中康复领域中应用日益广泛^[3],研究认为,虚拟现实技术可以显著改善脑卒中患者的平衡及步行能力^[4-7]。体感交互技术属于虚拟现实技术

收稿日期:2018-12-25

作者单位:首都医科大学附属北京康复医院康复诊疗中心,北京市100144

作者简介:王丛笑(1984-),女,主管技师,从事神经康复、肌骨康复方面的研究

通讯作者:郟淑燕,shuyanpb@163.com

范畴,目前被广泛应用于临床康复中,其对于增强患者平衡和步行能力有明显的促进作用^[8-10]。但是,关于体感交互技术在脑卒中患者平衡功能的治疗中的作用价值却依然并不清楚。对患者的平衡功能要求较高,并且不能根据需要指定训练的部位,从而制定明确的运动处方。本研究拟运用体感交互技术进行综合的平衡训练,观察其对脑卒中偏瘫患者动静态平衡能力的影响。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选择2016年2月~2017年8月我院收治的脑卒中偏瘫患者35例,入组标准:符合全国第四届脑血管病学术会议通过的诊断标准,并经颅脑CT或MRI确诊;首次发病,单侧病灶,病程≤6个月;年龄30~65岁,生命体征平稳,病情稳定;意识清楚,能够听懂并执行指令,简易精神状态检查评分≥24分;改良的Ashworth分级≤2级,自身动态维持平衡10s以上,能在平衡测试动态平板轻度干扰情况下维持平衡10s以上;未使用影响平衡功能的药物,如抗癫痫药物或镇静安眠药等;经首都医科大学附属北京康复医院伦理委员会批准,所有受试者均签署知情同意书。排除标准:因脑干、小脑、前庭、周围神经病变或下肢骨关节疾患而影响平衡功能;严重的视觉、听觉或认知言语障碍,不能配合;并发肝肾功能不全、充血性心力衰竭、恶性肿瘤或高血压未得到控制。按随机数字表法随机分为体感互动综合平衡训练组(观察组)18例和传统平衡训练组(对照组)17例。2组患者的一般资料比较无统计学差异,见表1。

1.2 方法 2组均给予常规康复治疗,对照组进行传统平衡训练,观察组在每天一次传统平衡训练的基础上,利用体感互动技术,结合任务导向性游戏项目进行平衡训练、躯干控制训练和下肢力量训练的综合平衡训练。①传统的平衡训练:采用以Bobath技术为主的常规康复训练,包括改善关节活动度,调节异常肌张力、增加肌力、耐力、躯干控制训练等。治疗师利用双杠、平衡垫、平衡板、巴氏球等对患者进行训练,遵循支撑面从大到小、从稳定到不稳定的原则,应用运动控制

理论,利用言语提示、姿势矫正镜提供视觉反馈,并不断指导患者体会运动的感觉等方法,进行姿势控制和重心转移能力训练。每天2次,每次30min。②体感综合平衡功能训练:应用Doctor Kinetic体感互动训练系统进行综合平衡训练,每天1次,每次30min。训练前先进行评估。根据患者功能情况选择训练模块和训练程序,根据患者的情况使用1~5级的难度。体感扫描,通过身体移动控制游戏。游戏期间,训练由一个3D动画模型显示,通过选定的训练程序完成划船、滚球、下落、圆柱、跑酷等虚拟游戏。a. 躯干控制训练:选择“背部”模块,坐位(坐于椅子上),动作选择:手臂交替前屈、手臂交替外展、手臂前屈躯干转体,手臂外展躯干转体、背部平衡(X形、前/后、十字形、左/右),每次2组,每组重复10次。依据患者情况可增加站位,躯干前屈、侧屈、手臂前屈躯干转体,手臂外展躯干转体。每次2组,每组重复10次。b. 平衡训练:选择“静态平衡”模块:双脚站立不动,躯干向各方向移动重心,移动范围以训练前评估的结果,躯体平衡前/后、十字形、左/右方向,每次2组,每组重复10次。进阶:“动态平衡”模块:通过双脚向各个方向挪动来移动重心,前/后、左/右、原地踏步,每次2组,每组重复10次。c. 下肢力量训练:选择“下肢”模块:下蹲、坐站转移,每次2组,每组重复10次。进阶:“下肢”模块:下蹲、侧跨步、屈膝、髋关节伸展、髋关节外展。注意事项:为防止跌倒及意外情况发生,治疗人员需站在患者后方,距离为手能够保护患者,训练过程中如患者有头晕等不适感,停止训练。

1.3 评定方法 2组患者分别在治疗前和治疗4周后由专人在不知道患者分组的情况下进行评定。①Berg平衡量表(Berg Balance Scale, BBS):包括从坐到站起、无支撑站立、无支撑坐位、转移、闭眼站立、上臂前伸、弯腰拾物、双足交替踏台阶等14项与平衡相关的功能性活动,每项评分0~4分,最高分56分。得分越高表明平衡功能越好,得分在40分以下,提示有跌倒的危险。②Fugl-Meyer运动功能评分(Fugl-Meyer assessment, FMA)量表下肢部分评价患者运动功能:共7个大项,17个子项,每个子项根据评分要求和参

表1 2组患者治疗前基线资料比较

组别	n	年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	性别(例)		脑卒中类型(例)		病程 (d, $\bar{x} \pm s$)	偏瘫侧别(例)	
			男	女	脑出血	脑梗死		左侧	右侧
观察组	18	52.73±6.84	11	7	8	10	95.64±25.43	10	8
对照组	17	54.00±6.77	12	5	6	11	98.10±15.62	9	8

照标准打分,满分为 34 分,评分越低功能越差。③静、动态平衡功能评估:应用荷兰 STABLE 三维平衡姿势控制训练与评估系统评估姿势稳定性和稳定时间。静态平衡评估,姿势稳定,测试睁眼双脚站立、闭眼双脚站立、睁眼双脚一前一后站立时的重心移动速度。速度越小,稳定性越差;动态平衡功能评估:稳定时间,评估在足底测试平板前后左右 4 个方向移动干扰情况下维持稳定的能力。干扰的强度设定为容易。数值越小,维持动态稳定越好。

1.4 统计学方法 采用 SPSS 22.0 统计软件对数据结果进行统计分析,计量资料用 $\bar{x} \pm s$ 表示。组间均数比较采用独立样本 t 检验,组内均数比较采用配对样本 t 检验。计数资料采用 χ^2 检验(Fisher's 确切概率法),以 $P < 0.05$ 提示差异有统计学意义。

2 结果

治疗 4 周后,2 组 BBS 及下肢 FMA 评分均较治疗前明显提高($P < 0.01$),且观察组更高于对照组($P < 0.01, 0.05$)。见表 2。

表 2 2 组治疗前后 BBS 及下肢 FMA 评分比较 分, $\bar{x} \pm s$

组别	n	BBS		下肢 FMA	
		治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
对照组	17	41.97 ± 1.91	45.43 ± 2.10 ^a	19.61 ± 2.57	22.50 ± 2.63 ^a
观察组	18	42.25 ± 1.47	53.75 ± 2.83 ^{ab}	20.23 ± 2.44	25.91 ± 1.97 ^{ac}

与治疗前比较,^a $P < 0.01$;与对照组比较,^b $P < 0.01$,^c $P < 0.05$

治疗后,观察组在睁眼站立、闭眼站立、脚前后站立时重心摆动速度和稳定时间评分均较治疗前及对照组显著降低($P < 0.05, 0.01$),对照组在睁眼站立时重心摆动速度和稳定时间评分与治疗前比较显著降低($P < 0.05, 0.01$),脚前后站立和闭眼站立时重心摆动速度与治疗前比较无显著性差异。见表 3。

表 3 2 组治疗前后睁眼、闭眼、脚前后站立时重心摆动速度和动态稳定时间评定比较 $\bar{x} \pm s$

组别	时间	重心摆动速度			动态稳定时间 (s)
		睁眼站立 (cm/s)	闭眼站立 (cm/s)	脚前后站立 (cm/s)	
对照组 (n=17)	治疗前	3.99 ± 0.73	4.59 ± 0.67	5.60 ± 0.90	3.01 ± 0.37
	治疗后	3.90 ± 0.71 ^a	4.54 ± 0.63	5.55 ± 0.94	2.72 ± 0.32 ^b
观察组 (n=18)	治疗前	3.93 ± 0.72	4.63 ± 0.75	5.59 ± 1.20	2.95 ± 0.38
	治疗后	2.86 ± 0.69 ^{bc}	3.48 ± 0.65 ^{bc}	4.15 ± 1.05 ^{bc}	2.08 ± 0.47 ^{bc}

与治疗前比较,^a $P < 0.05$,^b $P < 0.01$;与对照组比较,^c $P < 0.05$

3 讨论

脑卒中偏瘫患者由于脑高级中枢病变,正常神经突触联系被破坏,失去了对低位中枢的控制,出现机体

肌张力增高,平衡反应减弱、肌肉力量及肌群间相互协调收缩功能丧失等症状,导致静态姿势维持和动态运动控制困难,增加跌倒的风险^[11]。有研究指出脑卒中患者躯干偏瘫侧肌力下降,躯干肌肉的活动顺序发生改变,使重心偏离支撑面,导致平衡功能障碍^[12]。此外脑卒中患者易采用代偿方式完成动作,踝和膝关节的控制较差,缺乏适当姿势反应控制将影响脑卒中患者的平衡功能。Bobath 技术及 Brunnstrom 技术作为目前脑卒中偏瘫患者平衡功能的治疗的主要方法,其重点在于对躯干稳定、重心转移和下肢的运动控制进行训练,但是它们对平衡障碍和实际行走能力的改善作用却十分有限^[5]。本研究结果显示,对照组经过 4 周治疗后,BBS、睁眼站立和稳定时间较治疗前有显著性差异,但脚一前一后站立和闭眼站立的差异不显著。这可能因为视觉在维持平衡方面起重要作用,闭眼后排除了视觉的影响,主要依靠本体感觉和前庭功能维持平衡。In 等^[13-14]的研究表明脑卒中偏瘫患者下肢的本体感觉和肌力下降,传统的治疗方法对本体感觉和前庭感觉的平衡训练不足则是导致患者闭眼后平衡能力较差的原因,本研究对照组可能由于训练方法或训练时间等因素影响,对闭眼站立时的平衡能力改善不显著。

体感互动训练与传统的康复治疗方法不同,其可以很好地提供视觉、听觉及本体感觉的反馈,可以改善脑卒中患者平衡和下肢运动功能^[15-16],此外,基于虚拟现实的干预训练可能会对提高步行速度和应对环境挑战的能力产生有利影响,从而有利于促进社区独立步行^[17]。由于体感互动技术具有互动性和游戏性的特点,鼓励患者积极参与,是患者对训练更有动力和乐趣,从而延长锻炼时间并改善治疗依从性^[18-19]。丰富环境可以增加受损的大脑神经元的数量,增加突触的可塑性,改善中枢神经系统对感觉输入的反应,提高脑高级功能处理信息的能力,最终有利于改善平衡障碍^[5,20]。由于中枢神经系统的可塑性,通过多次反复的平衡训练,促进神经系统功能重组建立正常的运动模式,促进多肌群的协调运动,提高运动控制能力,改善平衡功能^[15]。然而,Cho 等^[21]研究表明,使用虚拟现实平衡训练明显改善了动态平衡,但对静态稳定没有影响。Cuthbert 等^[22]的研究结果则相反。静态和动态平衡的同时改善取决于特定的训练方法,并且训练的纳入标准大多要求患者具有一定的步行能力,使患者介入此训练较晚。本研究应用的基于体感互动的综合平衡训练是利用体感互动技术,进行上肢协调性训练、躯干控制训练、下肢力量及控制训练、重心转移训练,结合任务导向性训练项目进行综合的平衡训练。

姿势控制受个体、任务和环境三方面因素调控。以任务为导向的康复治疗更注重环境与患者的相互作用以及患者自我感知的重要性,有研究显示以任务为导向的康复治疗对脑卒中患者平衡能力及步行能力的提高有促进作用^[23]。

本研究中根据患者功能设定训练方案,选择适当的训练难度和训练程序,可以从坐位开始进行躯干的平衡训练或增加不稳定平面。患者通过观察屏幕里虚拟人影像,可以获知自身运动方向和身体重心的视觉反馈,刺激大脑皮质运动中枢,促进姿势和身体各部分信息的整合^[7],同时可重复练习躯干肌肉的协同收缩,进行肌力训练。训练中本体感觉、前庭器官、肌肉力量、肌肉间的协同作用、整体协调性均得到了刺激和训练,实现平衡功能的全面提高。传统的平衡训练让患者进行各个方向的重心转移,缺乏明确的任务目标,若患者不能较好地配合或者治疗师的经验不足,甚至可能难以达到训练的目的。本研究应用体感互动技术,为患者设置了具体的任务和目标,促使患者在虚拟环境中有效地完成动作,针对患者的功能障碍程度针对性的进行趣味性的多次重复的躯干控制、动静平衡训练和下肢力量训练。结果显示,观察组训练后静、动态评估指标均较治疗前显著改善,且效果优于对照组。

综上所述,应用基于体感互动的综合平衡训练,并根据患者功能制定针对性的运动处方,可以明显改善脑卒中偏瘫患者的动静平衡能力,其治疗效果明显优于传统治疗方法。

【参考文献】

- [1] Alghadir AH, Al-Eisa ES, Anwer S, et al. Reliability, validity, and responsiveness of three scales for measuring balance in patients with chronic stroke[J]. BMC Neurol. 2018,18(1):141-149.
- [2] Hahn J, Shin S, Lee W. The effect of modified trampoline training on balance, gait, and falls efficacy of stroke patients[J]. J Phys Ther Sci. 2015,27(11):3351-3354.
- [3] Kairy D, Veras M, Archambault P, et al. Maximizing post-stroke upper limb rehabilitation using a novel telerehabilitation interactive virtual reality system in the patient's home; study protocol of a randomized clinical trial[J]. Contemp Clin Trials. 2016,47(1):49-53.
- [4] 康海燕,许光旭.虚拟现实技术对脑卒中患者平衡及步行能力康复效果的meta分析[J].中国康复医学杂志,2016,31(5):554-557.
- [5] 王鑫,孟兆祥,钱贞,等.丰富平衡训练对脑卒中偏瘫患者平衡功能的影响[J].中国康复,2016,31(6):438-441.
- [6] Lee MM, Lee KJ, Song CH. Game-Based Virtual Reality Canoe Paddling Training to Improve Postural Balance and Upper Extremity Function: A Preliminary Randomized Controlled Study of 30 Patients with Subacute Stroke[J]. Med Sci Monit. 2018, 27(24):2590-2598.
- [7] Lee Y, Choi W, Lee K, et al. Virtual Reality Training With Three-Dimensional Video Games Improves Postural Balance and Lower Extremity Strength in Community-Dwelling Older Adults[J]. J Aging Phys Act. 2017,25(4):621-627.
- [8] 代艾波,瞿畅,朱小龙,等.体感交互技术在运动康复领域的应用[J].中国康复理论与实践,2014,20(1):41-45.
- [9] 窦娜,李丹,马素慧,等.体感交互技术对脑卒中平衡功能和步行功能训练的效果[J].中国康复理论与实践,2014,20(1):66-69.
- [10] 王尚书,陈长香,张卫红,等.互动体感游戏对脑卒中患者运动和平衡功能的康复效果[J].中国康复理论与实践,2013,19(7):658-661.
- [11] Karimi AA, Naghdi S, Ansari NN. A clinical single blind study to investigate the immediate effects of plantar vibration on balance in patients after stroke[J]. J Bodyw Mov Ther. 2018,22(2):242-246.
- [12] Park BS, Kim MY, Lee LK, et al. Effects of conventional overground gait training and a gait trainer with partial body weight support on spatiotemporal gait parameters of patients after stroke. [J]. J Phys Ther Sci. 2015,27(5):1603-1607.
- [13] In T, Lee K, Song C. Virtual Reality Reflection Therapy Improves Balance and Gait in Patients with Chronic Stroke: Randomized Controlled Trials[J]. Med Sci Monit. 2016,28(22):4046-4053.
- [14] Tyson SF1, Sadeghi DE, Nester CJ. The effects of transcutaneous electrical nerve stimulation on strength, proprioception, balance and mobility in people with stroke: a randomized controlled cross-over trial [J]. Clin Rehabil. 2013,27(9):785-791.
- [15] Yurong M, Peiming C, Le L, et al. Virtual reality training improves balance function[J]. Neural Regen Res. 2014,9(17):1628-1634.
- [16] Ling C, Wai LAL, Yu RM, et al. Effect of Virtual Reality on Postural and Balance Control in Patients with Stroke: A Systematic Literature Review[J]. Biomed Res Int. 2016,20(7):309-322.
- [17] Anuja D, Bradford JM, Anouk L, et al. Efficacy of virtual reality-based intervention on balance and mobility disorders post-stroke: a scoping review[J]. J Neuroeng Rehabil. 2015; 12(1): 46-55.
- [18] Levin MF, Weiss PL, Keshner EA, et al. Emergence of virtual reality as a tool for upper limb rehabilitation: incorporation of motor control and motor learning principles[J]. Phys Ther. 2015,95(3):415-425.
- [19] Laver KE1, Lange B, George S. Virtual reality for stroke rehabilitation[J]. Cochrane Database Syst Rev. 2017,20(11):8349-8357.
- [20] Fischer A. Environmental enrichment as a method to improve cognitive function. What can we learn from animal models [J]. Neuroimage. 2016,131(1):42-47.
- [21] Cho KH, Lee KJ, Song CH. Virtual-reality balance training with a video-game system improves dynamic balance in chronic stroke patients [J]. Tohoku J Exp Med, 2012; 228(1): 69-74.
- [22] Cuthbert JP, Staniszewski K, Hays K, et al. Virtual reality-based therapy for the treatment of balance deficits in patients receiving inpatient rehabilitation for traumatic brain injury[J]. Brain Inj. 2014; 28(2):181-188.
- [23] Kim K, Jung SI, Lee DK. Effect of task-oriented circuit training on balance and gait ability in subacute stroke patients: a randomized controlled trial[J]. J Phys Ther Sci. 2017,29(6):989-992.