

丰富平衡训练对脑卒中偏瘫患者平衡功能的影响

王鑫^{1,2}, 孟兆祥^{1,2}, 钱贞³, 尹正录^{1,2}, 金星^{1,2}, 全逸峰^{1,2}, 王继兵^{1,2}

【摘要】 目的:探讨丰富平衡训练对脑卒中偏瘫患者平衡功能的影响。方法:选取 40 例符合入选标准的脑卒中偏瘫患者,随机分为 2 组各 20 例,常规组予以常规传统平衡训练,丰富组在常规训练的基础上,利用虚拟现实技术,模拟丰富环境,并结合任务导向性项目进行平衡训练;在治疗前、4 周训练结束时评价 2 组患者 Berg 平衡量表评分(BBS)、平衡仪站立位睁眼静态平衡测试、“起立-行走”计时(TUGT)。结果:治疗 4 周后,2 组 BBS 评分均较治疗前明显提高($P<0.05, 0.01$),且丰富组更优于常规组($P<0.05$);2 组 TUGT 评分、运动轨迹长度及外周面积均较治疗前明显减少($P<0.05, 0.01$),且丰富组更低于常规组($P<0.05$)。结论:丰富平衡训练对卒中后偏瘫患者的平衡功能有很好的改善作用。

【关键词】 丰富平衡训练;脑卒中;Berg 平衡量表;平衡功能

【中图分类号】 R49;R743.3 **【DOI】** 10.3870/zgkf.2016.06.010

Effects of enriched balance training on balance function in stroke patients with hemiplegia Wang Xin, Meng Zhaoxiang, Qian Zhen, et al. Rehabilitation Centre, Northern Jiangsu Province Hospital, Yangzhou 225001, China

【Abstract】 Objective: To investigate effects of enriched balance training on balance function in stroke patients with hemiplegia. **Methods:** Forty stroke patients with hemiplegia with balance dysfunction were enrolled. They were divided into a normal balance training group and an enriched balance training group ($n=20$ each). The normal balance training group only received conventional balance treatment. On the basis of conventional balance treatment, the patients in enriched balance training group received the task orientation program for balance training in enriched environment by using virtual reality technology. Berg balance scale (BBS) score, Timed Up and Go Test (TUGT) and the test of the standing balance in eye-opened condition by using the balance assessment equipment were used to evaluate the patients of both groups before and 4 weeks after treatment. **Results:** Before treatment, there were no significant differences in various indicators between the two groups ($P>0.05$). After treatment, all the indicators including BBS scores were significantly increased, and the sway length, area in eye-opened condition and TUGT were significantly reduced in both groups as compared with those before treatment ($P<0.05$ or $P<0.01$). The improving degrees of BBS scores, the sway length in eye-opened condition, the area in eye-opened condition and TUGT in the enriched balance training group were all better than those in the normal balance training group ($P<0.05$). **Conclusion:** Enriched balance training could obviously improve the balance function in stroke patients with hemiplegia.

【Key words】 enriched balance training; stroke; Berg balance scale; balance function

目前我国每年有 250 万新发脑卒中病例,平衡功能障碍是脑卒中患者的最常见并发症之一,是影响患者运动功能和 ADL 能力恢复的常见问题^[1]。传统康复的平衡训练在取得一定疗效的同时也暴露出一些缺陷,如训练的无目的性以及缺乏趣味性往往导致患者

训练积极性和依从性下降,甚至在改善平衡能力的同时却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,以虚拟现实技术(virtual reality, VR)技术为主要内容的丰富康复训练技术在脑卒中康复领域中应用日益广泛,但疗效和作用机制还有待研究^[3]。本研究拟运用以 VR 为主的丰富平衡训练对由脑卒中造成的平衡功能障碍进行康复治疗,以观察其对脑卒中造成的平衡功能障碍康复的影响。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选择江苏省苏北人民医院康复医学中心 2014 年 10 月~2015 年 10 月住院治疗的脑卒中

基金项目:国家自然科学基金项目(81301673)

收稿日期:2016-05-31

作者单位:1. 江苏省苏北人民医院康复医学中心,江苏 扬州 225001;2. 扬州大学临床医学院,江苏 扬州 225003;3. 江苏省常州市德安医院,江苏 常州 213003

作者简介:王鑫(1978-),男,副主任医师,主要从事神经康复基础和临床研究。

通讯作者:孟兆祥, yzmzx001@163.com

患者40例,均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。纳入标准:首次发病,单侧病灶,病程 ≤ 6 个月,生命体征平稳,可接受训练;能够听懂指令并执行,简易精神状态检查(Mini-mental State Examination, MMSE)评分 ≥ 24 分^[4];Fugl-Meyer平衡功能检查评分 ≥ 10 分,可自行独立完成由坐位到站立位的动作,并在室内监护下步行10m^[5]。按数字编号法随机分为2组各20例。①常规组,男13例,女7例;年龄(62.71 \pm 10.33)岁;病程(14.21 \pm 6.67)周;脑梗死15例,脑出血5例;左侧偏瘫12例,右侧8例。②丰富组,男11例,女9例;年龄(63.02 \pm 9.82)岁;病程(14.83 \pm 6.32)周;脑梗死16例,脑出血4例;左侧偏瘫11例,右侧9例。2组一般资料比较差异无统计学意义。

1.2 方法 ①常规组予以常规传统平衡训练项目^[6],包括床上良肢位摆放,患肢肌肉挤压、拍打、叩击及牵伸,改善肌张力并诱发肢体的自主运动,患肢被动活动,床上翻身、起坐训练,一般平衡训练及步行训练等运动再学习方案、本体感觉神经肌肉促通及神经发育治疗等技术。每次30min,每日2次,每周5d。②丰富组予以常规传统平衡训练项目的基础上(上午),利用虚拟现实技术,模拟丰富环境,并结合任务导向性项目进行平衡训练(下午,3种VR游戏各10min),具体项目包括赛道滑雪,基本姿势,患者脱鞋,面向屏幕站在测力板中间,双脚分开与肩同宽,双上肢自然下垂,前方和两侧均有保护栏,治疗师在患者右侧后方予以保护,并指导患者进行训练。VR场景为患者在一条滑雪赛道上滑雪,迎面有旗杆,患者需要躲避;同时赛道高低起伏、蜿蜒曲折,需要患者调整身体重心,否则会摔倒或停滞不前,游戏要求为尽可能的不碰到障碍物,不摔倒,尽快的滑完赛道,可以通过增加场景的视觉干扰以及增加障碍物等方法增加游戏难度,游戏难度分为容易、中等、困难3个等级,训练过程中允许患者偶尔手扶保护栏以保持平衡,但要求患者手扶栏杆的次数后一天不多于前一天;飞机大战,基本姿势及相关训练要求同赛道滑雪,VR场景为天空中一条S形轨道,患者重心为飞机,要求飞机在飞行过程中尽量按照轨道进行飞行,游戏得分高低取决于飞行轨迹与轨道的重合度。可通过改变S形轨道的曲率等方法来增加游戏的难度;采蘑菇,基本姿势及相关训练要求同赛道滑雪,患者处于一个同心圆中,分别在同心圆不同的位置会出现蘑菇,要求患者通过不移动双脚、只进行前后左右转移重心的方法,移动画面中的自己去采蘑菇,到达采蘑菇地点后需停留数秒才能采到蘑菇,采完蘑菇后必须回到同心圆圆点才能继续采下一个蘑菇,要求在

规定时间内采得蘑菇尽可能多,可通过增加同心圆的圈数、增加采蘑菇时停留的时间等方法来增加游戏的难度。以上任务项目在完成过程中,相关背景会不时的变化,在得分奖励或游戏失败时有不同的声音,并且通过答题等方式与患者进行互动(如在得分较低时询问患者是否要降低难度等),以模拟丰富环境。

1.3 评定标准 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。②平衡仪站立位睁眼静态平衡测试:平衡仪(意大利 TecnoBody 公司型号:PK254),患者站立于测试板中间,平视前方,指标为睁眼情况下的运动轨迹长度及外周面积。运动轨迹长度是指重心在不断摆动时所经过的总长度,其值越小提示稳定性越好;外周面积是指重心运动轨迹所覆盖区域的面积,其值越小提示稳定性越好。③“起立-行走”计时测试(Timed Up and Go Test, TUGT):患者在一个有扶手的椅子上(座高约45cm,扶手高约20cm)由坐位独立站起,站稳后,按平时走路时的步态行走3m,转身返回,再转身坐下。用秒表计时,从脊柱离开椅子靠背开始计时,返回到同一位置时结束。共测试3次,中间休息1min,取平均值。正式测试前,允许患者练习1~2次,以确保患者理解整个测试过程。评测步行时间评测值精确到0.1s。正常人测试成绩一般 < 10 s,测试成绩 > 14 s为异常。

1.4 统计学方法 采用SPSS 17.0统计软件进行数据分析,数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示, t 检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

治疗4周后,2组BBS评分均较治疗前明显提高($P < 0.05, 0.01$),且丰富组更优于常规组($P < 0.05$);2组TUGT评分均较治疗前明显下降($P < 0.05, 0.01$),且丰富组更低于常规组($P < 0.05$)。见表1。

治疗后,2组运动轨迹长度及外周面积均较治疗前减少($P < 0.05, 0.01$),且丰富组更低于常规组($P < 0.05$)。见表2。

表1 2组BBS及TUGT评分治疗前后比较 $\bar{x} \pm s$

组别	n	BBS(分)		TUGT(s)	
		治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
常规组	20	25.23 \pm 5.81	32.21 \pm 4.23 ^a	28.73 \pm 2.87	22.12 \pm 2.28 ^a
丰富组	20	26.15 \pm 4.92	45.34 \pm 5.71 ^{bc}	29.05 \pm 3.12	14.11 \pm 3.23 ^{bc}

与治疗前比较,^a $P < 0.05$,^b $P < 0.01$;与常规组比较,^c $P < 0.05$

表 2 2 组运动轨迹长度及外周面积治疗前后比较 $\bar{x} \pm s$

组别	n	运动轨迹长度(mm)		外周面积(mm ²)	
		治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
常规组	20	592.87±118.23	452.82±112.31 ^a	1182.34±682.72	827.74±592.34 ^a
丰富组	20	607.52±122.45	382.71±103.22 ^{b,c}	1231.51±722.34	606.27±473.96 ^{b,c}

与治疗前比较, ^a P<0.05, ^b P<0.01; 与常规组比较, ^c P<0.05

3 讨论

本研究是针对于首次发病且伴有偏瘫症状的脑卒中患者,由于要求患者在丰富平衡训练中理解和完成指令性动作,因而入组的患者的认知功能必须是正常或者轻度异常,即 MMSE 评分 ≥ 24 分(最高分为 30 分)^[4]。同时,由于需要完成丰富平衡训练中滑雪、采蘑菇等动作,因而对患者治疗前的基础平衡功能有一定要求,即要求患者在训练中,独立或者少量辅助帮助下完成规定的训练动作。Fugl-Meyer 平衡功能检查表得分 ≥ 10 分,基本能够达到丰富平衡训练的平衡要求^[5]。此外,由于必须完成 TUGT 测试,因而要求患者必须自行独立完成由坐位到站立位的动作,并在室内监护下能够步行 10m,以达到测试要求^[6]。

长期以来有关脑卒中偏瘫患者平衡功能的治疗以 Bobath 技术及 Brunstrom 法为主,着重进行站立平衡训练和下肢运动控制训练^[6,9]。这些传统的、枯燥,时间较长后患者往往有厌烦和抵触的心理,同时它们对平衡障碍和实际行走能力的改善作用有限。本实验中,常规平衡训练组治疗 4 周后,反映平衡总体能力的 BBS 评分的均值能在 40 分以下,存在一定的跌倒风险;可反映实际行走能力的 TUGT 测试评分均值在 20s 以上,与正常人的测试成绩还是有很大差距(正常人测试成绩 $< 10s$)^[7]。本研究的丰富平衡训练,是指在常规平衡训练的基础上,利用虚拟现实技术模拟丰富环境,以及任务导向性项目来针对平衡障碍的训练。虚拟现实是一种新兴且迅速发展的技术,它利用计算机的专业软硬件和外围设备,形成逼真的三维视、听、触、嗅等感觉,使人作为参与者通过适当装置,与虚拟世界进行体验和交互作用。受试者可以投入到由计算机生成的虚拟场景中,有身临其境之感,例如本研究中的滑雪、采蘑菇等;同时计算机模拟的虚拟世界内容丰富,患者沉浸于此环境中不断获取新的知识,提高其感性和理性认识,产生新的想象,就如同将患者置于丰富环境中^[8-11]。丰富环境对脑发育和脑损伤修复具有显著的促进作用,它可以增加大脑中动脉栓塞大鼠皮层和海马 CA1 区神经元数量,增加缺血侧皮层和海马的总的突触数密度和穿孔突触数密度,显著缩小缺血侧皮层和海马的突触间隙宽度,增厚其突触致密物的厚度,改善卒中大鼠皮层和海马的突触可塑性^[12-13]。

平衡控制是一种复杂的运动技巧,而人体平衡的维持除了依靠正常的运动系统等功能外,中枢神经系统对本体觉等感觉输入的反应、脑高级功能对信息整合和指令的发出等,都是至关重要的^[14-15]。脑卒中患者中枢神经系统损伤,对感觉输入反应迟钝或错误,脑高级功能对信息不能正常的加工处理,出现了平衡障碍^[16-17]。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,同时改善脑高级功能,提高其处理信息的能力,最终有利于改善平衡障碍^[13,18]。因此,本研究丰富平衡训练患者较常规训练的患者,平衡功能(BBS 评分和平衡仪相关测试结果)恢复的更好些。同时研究表明,实际步行是需要脑高级功能的参与,尤其是注意力和执行功能,对步行速度、协调性等有着重要的影响^[15,19],因而在 TUGT 测试中,丰富平衡训练患者较常规训练组患者评分明显改善。

丰富平衡训练中的任务导向性项目,可以为患者在训练重心转移时提供视觉反馈,如采蘑菇的游戏中的小人,或飞机大战中的飞机,实际就是患者的重心。训练时,患者为了获得更多的奖励(采到蘑菇或飞机获得新奖励),根据虚拟现实技术所反馈的视觉信息,不断地调整自己的重心。这种根据视觉反馈有节奏的进行重心转移,与人们步行和其他日常活动需要身体重心在各个方向不断转换相类似,能很好的改善脑卒中偏瘫患者的视空间感知能力。脑卒中患者本体觉和前庭觉均受到较大影响,增加的视觉信息可以帮助患者增加对身体在空间里的定位及运动方向,这种不断地根据视觉反馈来调整重心,可以让患者整合本体觉和前庭觉等躯体感觉信息与视觉信息,建立中枢运动程序,减弱因肌力和肌张力障碍等原因引起的外周不良刺激的反馈^[20-21]。因此,在睁眼条件下,丰富平衡训练组患者其运动轨迹长度及外周面积比较明显好于常规训练组。

此外,丰富平衡训练中的任务导向性项目,均要求患者在某些时候对一些姿势的保持,如滑雪拐弯时等,这些项目可以增强患者膝关节和踝关节的控制。脑卒中患者由于下肢伸肌共同运动模式的存在,在行走时,踝和膝关节的控制较差,导致平衡功能障碍^[22],因此改善膝关节和踝关节的稳定性和控制能力对脑卒中患者的平衡功能、步行能力和步态有至关重要的作用。有研究表明,在平衡训练和步行训练时加强膝关节和踝关节周围肌群肌力训练,增强周围肌群的肌力和协调性,可避免患者的膝关节在步行过程中产生过伸或踝关节的不稳定,这些均能显著改善患者的平衡功能^[23-24]。

本研究结果提示常规平衡训练对脑卒中偏瘫患者的平衡功能改善有一定的促进作用,而丰富平衡训练改善患者平衡功能的作用更为明显,其机制可能与改善卒中后脑的可塑性、增强视觉反馈信息的调整、增强膝关节、踝关节的控制等因素有关。

【参考文献】

- [1] Batchelor FA, Williams SB, Wijeratne T, et al. Balance and Gait Impairment in Transient Ischemic Attack and Minor Stroke[J]. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 2015, 24(10):2291-2297.
- [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] 徐睿华,刘琦,熊键,等.视觉反馈平衡训练对脑卒中偏瘫患者平衡及功能性转移能力的影响[J].*中国康复*,2010,25(6):430-431.
- [5] 谢财忠,刘新峰,唐军凯.脑卒中患者平衡功能与自理能力的相关性[J].*中国康复医学杂志*,2010,25(2):149-152.
- [6] Seo K, Park SH, Park K. The effects of stair gait training using proprioceptive neuromuscular facilitation on stroke patients' dynamic balance ability [J]. *J Phys Ther Sci*, 2015, 27(5):1459-1462.
- [7] 屈亚平,孙丽,朱琳,等.平衡训练系统辅助特定任务性平板步行训练对卒中患者下肢运动功能的影响[J].*中国脑血管病杂志*,2014,5(11):223-227.
- [8] 袁冰,李雪萍,林强,等.核心肌群训练对脑卒中偏瘫患者平衡功能的影响[J].*中华临床医师杂志(电子版)*,2013,7(15):6888-6892.
- [9] Worthen-Chaudhari L. Effectiveness, usability, and cost-benefit of a virtual reality-based telerehabilitation program for balance recovery after stroke: a randomized controlled trial [J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 2015, 96(8):1544-1550.
- [10] Yamato TP, Pompeu JE, Pompeu SM, Hassett L, et al. Virtual Reality for Stroke Rehabilitation[J]. *Phys Ther*, 2016, 14(4):520-529.
- [11] Yates M, Kelemen A, Sik Lanyi C. Virtual reality gaming in the rehabilitation of the upper extremities post-stroke [J]. *Brain Inj*, 2016,30(1):1-9.
- [12] Kuptsova K, Kvist E, Nitzsche F, et al. Combined enriched environment-atipamezole treatment transiently improves sensory functions in stroke rats independent from neurogenesis and angiogenesis[J]. *Rom J Morphol Embryol*, 2015, 56(1):41-47.
- [13] Xu X, Ye L, Ruan Q. Environmental enrichment induces synaptic structural modification after transient focal cerebral ischemia in rats[J]. *Exp Biol Med (Maywood)*, 2009, 234(3):296-305.
- [14] Arsic S, Konstantinovic Lj, Eminovic F, et al. Correlation between the Quality of Attention and Cognitive Competence with Motor Action in Stroke Patients[J]. *Biomed Res Int*, 2015, 8(2):31-36.
- [15] Hayes S, Donnellan C, Stokes E. Executive dysfunction and balance function post-stroke: A cross-sectional study. *Physiotherapy [J]*, 2016, 102(1):64-70.
- [16] Peters S, Handy TC, Lakhani B, et al. Motor and Visuospatial Attention and Motor Planning After Stroke: Considerations for the Rehabilitation of Standing Balance and Gait[J]. *Phys Ther*, 2015, 95(10):1423-1432.
- [17] Tao J, Rao T, Lin L, et al. Evaluation of Tai Chi Yunshou exercises on community-based stroke patients with balance dysfunction; a study protocol of a cluster randomized controlled trial[J]. *BMC Complement Altern Med*, 2015, 15(1):31-32.
- [18] 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.
- [19] Eggenberger P, Wolf M, Schumann M, et al. Exergame and Balance Training Modulate Prefrontal Brain Activity during Walking and Enhance Executive Function in Older Adults[J]. *Front Aging Neurosci*, 2016, 8(1):66-67.
- [20] Jeon SN, Choi JH. The effects of ankle joint strategy exercises with and without visual feedback on the dynamic balance of stroke patients[J]. *J Phys Ther Sci*, 2015, 27(8):2515-2518.
- [21] Toosizadeh N, Mohler J, Armstrong DG, et al. The influence of diabetic peripheral neuropathy on local postural muscle and central sensory feedback balancecontrol. *PLoS One*, 2015, 10(8):135-140.
- [22] Hyun KH, Cho HY, Lim CG. The effect of knee joint Mulligan taping on balance and gait in subacute stroke patients[J]. *J Phys Ther Sci*, 2015, 27(11):3545-3547.
- [23] Bello AI, Oduro R, Adjei DN. Influence of clinical and demographic factors on static balance among stroke survivors[J]. *Afr J Med Med Sci*, 2012, 41(4):393-398.
- [24] Kim K, Lee S, Kim D, et al. The effects of ankle joint muscle strengthening and proprioceptive exercise programs accompanied by functional electrical stimulation on stroke patients' balance[J]. *J Phys Ther Sci*, 2015,27(9):2971-2975.