

·临床研究·

虚拟现实技术对脑卒中偏瘫患者平衡功能的影响*

滕树利¹ 张 芳¹ 吴月峰^{1,2}

摘要

目的:观察结合虚拟现实技术的平衡训练和传统平衡训练对脑卒中偏瘫患者平衡功能的影响

方法:选取符合标准的60例脑卒中患者按照随机数字表法分成试验组(30例)和对照组(30例)。两组患者均给予常规的临床治疗、康复护理和康复训练,对照组患者在上述治疗项目外增加30min传统平衡训练,试验组患者则增加30min基于虚拟现实技术的平衡训练(3种VR游戏,每种游戏10min)。于治疗前、治疗2周后和治疗4周后分别采用Berg平衡量表(Berg balance scale,BBS)、TecnoBody(意大利产)的PK254平衡训练仪对其平衡功能进行评估。

结果:治疗2周后,试验组和对照组患者的BBS评分均较治疗前有显著变化($P<0.01$),但组间无显著差异($P>0.05$)。两组患者应用TecnoBody的PK254平衡训练仪测试发现COP前后方向和左右方向的运动幅度的标准差、前后方向和左右方向的平均运动速度以及30s内COP的运动长度和运动面积均显著高于治疗前($P<0.05$)。治疗4周后,试验组患者Berg评分显著高于对照组($P<0.001$)。试验组COP参数均显著优于对照组($P<0.05$)。与同组治疗后两周相比,差异具有显著性意义($P<0.05$)。

结论:结合虚拟现实技术的平衡训练能够改善脑卒中患者的平衡功能,且其训练效果优于传统平衡训练。

关键词 虚拟现实技术;脑卒中;平衡功能;偏瘫

中图分类号:R743.3,R493 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-1242(2019)-08-0932-05

Effects of virtual reality technology on the balance function in stroke patients with hemiplegia/TENG Shu-li,ZHANG Fang,WU Yuefeng//Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2019, 34(8): 932—936

Abstract

Objective: To observe effects of balance training by virtual reality technology and routine balance training on the balance function in stroke patients with hemiplegia.

Method: Sixty stroke patients were involved in our study and randomly divided into experimental group(30 cases) and control group(30 cases).Regular clinical treatments including rehabilitation nursing and rehabilitation training were provided for all these patients. Additional routine balance training for 30 minutes were provided for patients in the control group, and the balance training by Virtual Reality technology for 30 minutes were provided for patients in the experimental group. Before, after 2 weeks and 4 weeks training, the Berg balance scale(BBS) and the TecnoBody PK254 balance trainer were used for the evaluation of balance function of all subjects.

Result: After 2 weeks training, the scores of BBS of experimental group and control group were significantly higher than that before training ($P<0.01$), but there was no significant difference between these two groups($P>0.05$). The parameters of balance function of experimental group and control group from TecnoBody PK254 balance trainer, including the standard deviation of the forward and backward oscillation amplitude of the center of pressure(COP),the average motion velocity of forward and backward and left and right, the length and the area of the motion in 30s were significantly higher than that before training ($P<0.05$). After 4 weeks training,

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2019.08.010

*基金项目:浙江省医药卫生科技平台青年人才项目(2017RC028)

1 绍兴市人民医院康复中心,312000; 2 通讯作者

作者简介:滕树利,女,治疗师; 收稿日期:2018-03-27

the scores of BBS of experimental group were significantly higher than that of control group ($P<0.001$). The parameters of COP of experimental group was significantly better than that of control group ($P<0.05$). Comparing the data of 2 weeks training, the difference was significant ($P<0.05$).

Conclusion: Balance training based on virtual reality technology could effectively improve the balance function of stroke patients compared to routine balance training.

Author's address Rehabilitation Center of Shaoxing People's Hospital, Shaoxing, 312000

Key word virtual reality technology; stroke; balance function; hemiplegia

由于现代医学和急救技术的发展,脑卒中患者的生存率大大增加,但其致残率仍高达75%^[1]。其后续的功能康复仍是目前国内外康复医学重点研究的课题之一^[2]。平衡功能障碍是脑卒中偏瘫患者最常见的功能障碍之一,它直接影响患者的步行功能,增加了患者跌倒的风险。有研究显示,脑卒中患者跌倒发生率为25%—75%^[3]。这显著影响了患者的生活自理能力,降低生存质量,严重者甚至导致死亡,给患者及其家庭和社会带来了沉重的负担^[4]。虚拟现实(virtual reality, VR)技术是利用计算机生成一种虚拟环境,通过各种传感设备使用户参与到该环境中,从而实现信息融合,自然交互^[5]。国内外有研究表明,VR技术已广泛应用到神经康复的多个领域,包括平衡功能的康复^[6]。但训练的效果参差不齐,无法观察到结合虚拟现实技术的平衡训练对脑卒中偏瘫患者平衡功能和姿势控制方面的影响。因此,本研究旨在探讨结合虚拟现实的康复训练对脑卒中偏瘫患者平衡功能及姿势控制能力的影响。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取2016年3月—2017年9月绍兴市人民医院康复中心收治的脑卒中后伴平衡功能障碍的患者60例。

1.1.1 纳入标准:①符合第四届全国脑血管病会议制定的脑出血及脑梗死的诊断标准^[7];②经MRI或CT确诊的首次脑卒中,病灶位于一侧大脑半球,病程<6个月;③年龄30—70岁,生命体征稳定;④既往无其他中枢和周围神经系统疾病史;⑤无患侧忽略和偏盲;⑥患者站立平衡>2级,并能辅助下行走5m;⑦签署知情同意书。

1.1.2 排除标准:①有严重视觉、听觉或认知功能障碍,完全性失语者;②因前庭、小脑、脑干、周围神经病变或骨骼肌肉疾患导致的平衡功能障碍者;③双侧大脑半球弥漫性病变者,共济失调者以及伴有帕金森者;④心、肺、肝、肾等重要脏器功能减退或衰竭,恶性肿瘤,高血压未控制者。

1.1.3 一般资料:应用随机数字表法将其分成两组。两组患者在性别构成、年龄、病程等一般资料的差异均无显著性意义($P>0.05$),见表1。

表1 两组患者一般资料比较

组别	例数	年龄($\bar{x}\pm s$, 岁)	病程($\bar{x}\pm s$, d)	性别(例)		病灶侧(例)		病种(例)	
				男	女	左	右	脑梗死	脑出血
试验组	30	59.8±9.44	41.17±15.02	20	10	16	14	17	13
对照组	30	62.2±7.74	48.10±13.58	18	12	19	11	15	15
χ^2/t		-2.93	-1.88	0.3		1.7		0.27	
P		0.09	0.07	0.60		0.19		0.61	

1.2 康复治疗方法

所有患者入院后均给予常规的临床治疗、康复护理和康复训练,常规康复训练主要包括物理因子治疗、运动治疗和作业治疗,每个治疗项目40min/次,1次/d,5d/w,连续治疗4w。在此基础上,对照组患者额外进行30min传统平衡训练,试验组患者则

进行30min基于虚拟现实技术的平衡训练。试验组患者在训练过程中可通过电脑屏幕和声音的提示获得即时的反馈,患者可根据此信息来调整自己下一次平衡训练的表现。

1.2.1 传统平衡训练:所有患者的传统平衡训练均由同一专业的物理治疗师进行训练。治疗师利用

平衡板、平衡垫、Bobath球在平衡杠内对患者进行训练,并运用语言、镜子等设备给予患者听觉和视觉反馈,按照支撑面由大到小,质地由硬到软,重心由低到高,平衡控制范围由小到大,稳定极限由大到小,从睁眼到闭眼,从静态平衡-自动态平衡-他动态平衡的原则循序渐进地训练平衡功能。

1.2.2 基于虚拟现实技术的平衡训练:所有患者的VR训练均由同一专业的物理治疗师进行。使用的VR康复训练系统是荷兰Silverfit公司的虚拟场景系统,软件版本为Silverfit 2.5.5.8229。该系统通过红外线反射原理使用3D摄像头来捕捉患者的3D图像,从而记录患者的动态影像。

试验组患者接受3种VR游戏,每种游戏10min,共30min。在训练的过程中,尽可能让患者独立完成,治疗师要根据患者的情况选择与其相匹配的游戏难度。治疗师在一旁监护和保护患者,并可以给予一定的言语指导。具体内容如下。

①城市行走:患者采取站立位,屏幕中出现城市马路场景。训练时患者的双脚会出现在屏幕上,患者通过前后左右移动身体或者步行来避开路上的障碍物,保证顺利到达终点。若未能避开障碍物,会出现图示及声音提醒。随着难度的增加,对时间的限制增加。

②沙滩排球:患者采取站立位,屏幕中出现沙滩排球的场景。训练时患者的投影图像即为沙滩排球运动员。训练时,患者移动,则屏幕上沙滩排球运动员跟着移动。患者通过前后左右移动身体重心,将排球运动进行下去。随着难度等级的增加,对时间的限制增加。

③花园采摘:患者采取站立位,屏幕中出现一片菜园,一些蔬菜随意分布在这片菜园中。此时患者的投影图像即为一个铲子。训练时,患者小范围移动,铲子就跟着移动。当铲子悬停在蔬菜上时,蔬菜会闪烁,此时患者弯腰或者下蹲即可收割蔬菜。随着难度等级的增加,对时间的限制增加。

1.3 评定方法

1.3.1 采用Berg平衡量表(Berg balance scale,BBS)给两组患者在治疗前、治疗2周、4周后进行评定,该量表共包括14个项目,每个项目评分0—4分,4分表示能正常完成所检查的动作,0分则表示无法完

成或需要中等或大量帮助才能完成检查的动作。总分56分,最低分0分。得分越高表示平衡功能越好,总得分40分以下提示有跌倒的风险^[8]。

1.3.2 采用意大利TecnoBody公司的Prokin平衡训练系统(PK254,软件版本为prokin3.7.1)来评定两组患者的姿势控制能力。将该平衡反馈仪的平衡板固定,打开电脑系统中的静态平衡评估模块进行姿势控制能力的评定。测试方法:①患者赤脚,以平衡板A1—A5为中心轴左右对称站立;②双脚的内侧缘分别在平衡板刻度值5上,双侧足弓的最高点位于A3—A5轴上;③双上肢自然垂于身体两侧;④测试时,抬头挺胸目视前方墙面。根据系统提示完成测试,可测得压力中心(center of pressure,COP)的相关参数,包括前后方向标准差、左右方向功能标准差、前后方向平均运动速度、左右方向平均运动速度、运动长度、运动椭圆面积6项量化指标,每项指标的测试时间为30s。所有患者的评定由同一经过专业培训的治疗师进行。

1.4 统计学分析

采用SPSS19.0版统计学软件进行数据分析处理,计量资料均用均数±标准差表示,组间单个时间点比较采用 t 检验,组间多个时间点比较和整体比较采用方差分析。以 $P<0.05$ 为差异有显著性意义。

2 结果

2.1 两组患者治疗前后Berg平衡量表(BBS)评分

见表2。治疗前,两组患者之间的BBS评分无显著性差异($P>0.05$);治疗2周后,两组患者BBS分值均较治疗前有显著提高,差异具有显著性($P<0.01$),但两组患者间BBS评分仍无显著差异($P>0.05$);治疗4周后,两组患者的BBS均较组内治疗前、治疗2周后有显著改善($P<0.01$),两组患者间BBS分值比较,试验组显著优于对照组,差异有显著性意义($P<0.001$)。

表2 两组患者治疗前、2周后、4周后BBS评分比较 ($\bar{x}\pm s$, 评分)

组别	例数	治疗前	治疗2周后	治疗4周后
试验组	30	40.97±1.65	43.70±1.97 ^①	50.10±2.02 ^{①②③}
对照组	30	41.00±1.64	42.83±1.46 ^①	47.60±1.48 ^{①②③}

注:①与组内治疗前比 $P<0.01$;②治疗4周后与组内治疗2周后相比 $P<0.01$;③治疗4周后两组患者间 $P<0.001$

2.2 两组患者治疗前后姿势控制能力比较

见表3。治疗前,两组患者的COP前后方向和左右方向的运动幅度的标准差、前后方向和左右方向的平均运动速度以及30s内COP的运动长度和运动椭圆面积之间差异无显著性意义($P>0.05$)。训练

2周后,两组患者的上述参数均较组内治疗前有明显改善,且两组患者间上述参数也有差异,差异具有显著性意义($P<0.05$)。训练4周后,试验组患者较同组治疗2周后有显著改善($P<0.05$),且与对照组治疗4周后相比,差异有显著性意义($P<0.05$)。

表3 两组患者治疗前、2周后、4周后静态双足站立下压力中心(COP)相关参数比较 ($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	运动幅度标准差		平均运动速度(mm/s)		COP 运动长度 (mm)	COP 运动椭圆面积 (mm ²)
		前后方向	左右方向	前后方向	左右方向		
试验组							
治疗前	30	3.78±1.45	3.61±1.35	7.26±3.29	5.65±3.66	256.34±101.56	218.88±180.87
治疗 2 周后	30	2.98±1.01 ^{①②}	3.24±1.13 ^{①②}	6.34±2.31 ^{①②}	4.89±2.55 ^{①②}	206.56±87.96 ^{①②}	193.73±50.16 ^{①②}
治疗 4 周后	30	2.49±0.81 ^{①③④}	2.35±0.86 ^{①③④}	5.32±1.01 ^{①③④}	3.67±1.01 ^{①③④}	178.87±56.18 ^{①③④}	113.32±67.44 ^{①③④}
对照组							
治疗前	30	4.01±1.12	3.58±1.57	7.19±3.21	5.56±3.43	249.09±103.36	215.08±176.98
治疗 2 周后	30	3.76±1.23 ^①	3.32±1.02 ^①	6.98±2.96 ^①	5.17±2.60 ^①	237.73±100.76 ^①	191.49±90.62 ^①
治疗 4 周后	30	3.45±0.87 ^{①④}	3.05±0.98 ^{①④}	6.35±1.87 ^{①④}	4.67±0.98 ^{①④}	224.65±65.33 ^{①④}	146.97±68.54 ^{①④}

注:①2周后与同组治疗前比较 $P<0.05$;②2周后与对照组比较 $P<0.05$;③4周后与组内治疗2周后相比 $P<0.05$;④4周后与对照组比较 $P<0.05$

3 讨论

脑卒中后由于患者的运动和感觉通路发生障碍,引起肌力和肌张力异常、运动控制障碍,导致平衡功能障碍。有些患者还伴有认知功能的障碍,影响主动参与康复训练的积极性。平衡的问题将直接影响患者的步行能力,也大大增加了跌倒的风险,对患者的ADL能力也产生了严重的影响^[9]。2010年美国脑卒中康复治疗指南推荐在脑卒中患者康复训练中综合运用多途径的平衡训练方法^[10]。传统的平衡功能训练一般采用各种手法或康复器械辅助患者进行反复的平衡控制训练,患者需要长期重复训练同一个平衡动作,难免会感到枯燥且无目的性。此外,康复治疗师的经验不足或者对患者的实时反馈不够,也将极大的影响患者的治疗效果。随着计算机技术在医学领域中的应用越来越广泛,VR技术为脑卒中患者平衡功能的训练提供了新的方法。VR利用计算机系统及其辅助设备,创造了一个逼真的虚拟环境^[11],使患者通过这些设备,融入这个虚拟环境中,增加了平衡训练的趣味性,调动了患者训练的主观能动性。同时,VR训练过程中计算机会给予实时反馈,这也增加了训练的目的性。此外,VR训练较传统康复治疗在一定程度上也减少了治疗师的工作量。

研究结果显示,经过2周的治疗后,两组患者的BBS评分均较治疗前有显著变化($P<0.01$),但组间

无显著差异($P>0.05$)。两组患者的姿势控制能力较治疗前有显著变化($P<0.05$),且试验组优于对照组($P<0.05$)。患者的平衡功能和姿势控制能力的改善并非单一手段干预,重复多次的正常运动模式的输入,均能使脑组织结构和功能重组,促进神经系统功能的恢复^[12-13]。这些都是两周后患者姿势控制能力改善和BBS评分提高的原因。但BBS评分的提高不如姿势控制能力的改善明显,可能平衡仪得到的姿势控制能力数据更敏感,更能直观反映姿势控制能力的改善情况。研究结果显示,治疗4周后,两组患者间BBS比较,试验组患者显著优于对照组($P<0.001$)。两组患者姿势控制能力比较,试验组治疗效果也明显优于对照组($P<0.05$)。结果提示,治疗4周后与治疗2周后比较,差异具有显著性意义($P<0.05$)。基于VR技术的平衡训练对脑卒中患者的平衡功能及姿势控制能力的改善明显优于传统的平衡功能训练,金星等^[14]研究表明基于VR的平衡训练对提高静态平衡能力优于传统平衡训练。随着治疗次数的增加,虚拟现实技术对改善脑卒中患者平衡功能的作用效果逐渐显现。VR技术属于任务导向性训练,它给患者设定好训练的目标,在完成的过程中再给予及时的反馈,这些反馈使大脑对获得的信息进行分析处理,提示患者更准确的完成和改正姿势维持动作,促进运动模式的调整优化,从而优化神经网络,改善运动的学习和执行能力^[15-16]。Meriansd

等^[17]证实了训练次数的增加以及反复多次的训练反馈有利于运动功能的重建。也有相关研究发现,经虚拟现实技术进行康复训练后,患者病灶对侧的运动皮质、额叶白质及小脑皮质区被显著激活^[18]。所以,脑卒中患者可通过VR技术来促进运动的再学习。

基于VR技术的康复训练能为患者提供视觉、听觉、本体觉等各种反馈,Albiol等^[19]研究指出,康复训练中如能给予特殊的感觉反馈,则患者的功能水平将会恢复得更好。本研究中的城市行走,患者通过调整躯干的位置和移动脚步来完成行走,通过观察屏幕中人体影像的投影,患者可以知道自己在空间中的位置和运动的方向,整合躯体和感觉的信息,这有益于提升平衡能力。基于VR技术的康复训练还能提高患者的抗干扰能力,让患者学会选择更可靠的信息来控制自身平衡,重建感觉与运动的联系,提高姿势控制能力。本研究中的花园采摘游戏,患者需要同时完成采摘蔬果、躲避障碍物、站起-蹲下等多重任务,需要将注意力分配到这些任务中去,在此过程中学会将注意力在不同任务间转换,从而能更好地适应日常生活活动。此外,Yen等^[20]研究提示,在视觉和本体感觉不可靠的情况下,基于VR技术的平衡训练可以帮助提高前庭觉信息的中枢组织和整合能力,从而提高姿势的控制能力。

综上所述,基于虚拟现实技术的康复训练能在短期内有效改善脑卒中患者的平衡功能及姿势控制能力,其训练效果优于传统的平衡训练。本研究也存在一些不足:①样本量不足,未能对脑卒中后患者偏瘫、单瘫等不同类型进行更细致的比较;②康复是一个长期的过程,无法获知VR训练技术对患者平衡功能和姿势控制能力的长期影响;③未能探讨对动态平衡功能的影响;④基于虚拟现实技术的平衡训练不在平衡杠内进行且训练需在一定范围内活动,不能了解是否会给患者带来心理不安全感。这些问题有待于进一步的研究探讨。

参考文献

- 王志文. 中国脑血管病防治研究现状和发展方向[J]. 中国现代神经疾病杂志, 2011, 11(2): 134—137.
- 张硕, 李焕良. 高压氧综合治疗重度颅脑外伤患者的效果[J]. 现代诊断与治疗, 2013, 24(9): 1950—1951.
- Nyberg L, Gustafson Y. Fall prediction index for patients in stroke rehabilitation[J]. Stroke, 1997, 28(8): 716—721.
- Belgen B, Beninato M, Sullivan PE, et al. The association of balance capacity and falls self-efficacy with history of falling in community-dwelling people with chronic stroke[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2006, 87(4): 554—561.
- 郑婵娟, 杨英武, 夏文广, 等. 虚拟情景互动训练结合作业疗法对脑卒中患者上肢功能恢复的影响[J]. 中华医学物理医学与康复杂志, 2014, 36(5): 360—362.
- Burdea GC. Virtual rehabilitation- benefits and challenges[J]. Methods Inf Med, 2003, 42(42): 519—523. DOI: 10.1267/METH03050519.
- 全国第四届脑血管会议. 各类脑血管疾病诊断要点[J]. 中华神经科杂志, 1996, 29(6): 379.
- 恽晓平. 康复疗法评定学[M]. 第2版, 北京: 华夏出版社, 2014: 249—253.
- 张盘德, 刘翠华, 皮周凯, 等. 应用平衡功能检测训练系统改善脑卒中患者平衡功能的疗效观察[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2005, 27(9): 530—533.
- Management of Stroke Rehabilitation Working G. VA/DOD Clinical practice guideline for the management of stroke rehabilitation[J]. J Rehabil Res Dev, 2010, 47(9): 1—43.
- 刘光然. 虚拟现实技术[M]. 第1版, 北京: 清华大学出版社, 2011: 101—105.
- Mizutani K, Sonoda S, Karasawa N, et al. Effects of exercise after focal cerebral cortex infarction on basal ganglion[J]. Neurol Sci, 2013, 34(6): 861—867.
- 高春华, 黄杰. 早期综合康复治疗对急性脑卒中患者功能重建的影响[J]. 神经损伤与功能重建, 2014, 9(5): 408—410.
- 金星, 许光旭, 孟兆祥, 等. 基于虚拟现实技术的康复训练对脑外伤恢复期患者平衡功能的影响[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2016, 38(6): 406—408.
- 郭丽云, 田泽丽, 王潞萍, 等. 任务导向性训练结合肌力训练对脑卒中后遗症期偏瘫患者运动功能的影响[J]. 中国康复医药杂志, 2013, 28(7): 643—644.
- 谢凌峰, 林志峰, 黄杰, 等. 动态人体重心和支撑面积监测下平衡训练对脑卒中偏瘫患者平衡能力的影响[J]. 中国康复医学杂志, 2016, 31(10): 1094—1098.
- Merians AS, Fluet GG, Qiu QY, et al. Learning in a virtual environment using haptic system for movement re-education: can this medium be used for remodeling other behaviors and actions[J]. J Diabetes Sci Technol, 2011, 5(2): 301—308.
- Orihuela-Espina F, Fernandez del Castillo I, Palafox L, et al. Neural reorganization accompanying upper limb motor rehabilitation from stroke with virtual reality-based gesture therapy[J]. Top Stroke Rehabil, 2013, 20(3): 197—209.
- Albiol S, Gil-Gomez JA, Alcaniz M. Influence of tracking feedback in user motor response in rehabilitation therapy[J]. Stud Health Technol Inform, 2011, 154(1): 34—38.
- Yen CY, Lin KH, Hu MH, et al. Effects of virtual reality-augmented balance training on sensory organization and attentional demand for postural control in people with Parkinson disease: a randomized controlled trial[J]. Phys Ther, 2011, 91(6): 862—874.