

·临床研究·

虚拟现实技术对脑卒中患者偏瘫步态训练的临床研究

赵一瑾¹ 黄国志^{1,2} 谢 笑¹ 黄杰斌¹ 黎月桃¹ 吴 磊¹

摘要

目的:探讨临床中应用虚拟现实(VR)技术对脑卒中患者行走及平衡功能的影响。

方法:选择病程为8个月内的脑卒中偏瘫患者30例,随机分配到实验组(VR+基本药物+常规康复治疗)和对照组(基本药物+常规康复治疗),采用三维步态分析仪记录两组患者治疗前及治疗2周后的步速、步宽、支撑相百分比、膝关节活动度等步态参数。

结果:治疗2周后,两组患者的步速明显提高、步宽缩小,患侧支撑相比值、步态不对称性指数、髋关节最大伸展角度、膝关节最大屈曲角度等参数于治疗前后有显著差异($P < 0.05$);治疗后两组间相比,实验组的治疗效果明显优于对照组($P < 0.05$)。

结论:通过VR技术能明显改善脑卒中偏瘫患者的步态时空参数和步行中关节活动角度,对提高步态稳定性、改善步行能力、提高运动功能康复有积极的治疗效果。

关键词 虚拟现实;脑卒中;偏瘫步态;步态分析

中图分类号:R743.3, R493 文献标识码:A 文章编号:1001-1242(2014)-05-0442-04

Clinical trial of virtual reality application in stroke patients' hemiplegic gait rehabilitation/ZHAO Yijin, HUANG Guozhi, XIE Xiao, et al./Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2014, 29(5): 442—445

Abstract

Objective: To investigate the clinical effects of virtual reality(VR) training on walking and balance ability in stroke hemiplegic patients by using gait analysis.

Method: Thirty patients with hemiplegic gait post stroke, the duration range from 15—30 weeks were randomly divided into experiment group (VR+conventional physiotherapy, $n=15$) and control group (conventional physiotherapy alone, $n=15$). Gait parameters including gait velocity, stride width, paretic stance phase and knee joint flexion angle were collected and calculated by Gait Watch Three-dimensional (3D) gait analysis system before and after the 2-week treatment.

Result: After 2 weeks of treatment, the gait parameters of two groups of patients all improved, such as gait velocity, frequency, stride width, double limb support phase, paretic stance phase, nonparetic stance phase, nonparetic leg swing phase and paretic leg swing phase ($P < 0.05$). The parameters showed more significant improvement in experiment group than those in control group including paretic leg swing phase, gait asymmetry index, hip joint stretching angle and knee joint flexion angle ($P < 0.05$).

Conclusion: Virtual reality treatment can improve gait temporal-spatial parameters and joint motion of walking in patients with hemiplegic gait post stroke and show positive effects on gait stability, walking ability and motor function rehabilitation.

Author's address Zhujiang Hospital of Southern Medical University, Guangzhou, 510282

Key word virtual reality; stroke; hemiplegic gait; gait analysis

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2014.05.009

1 南方医科大学附属珠江医院康复医学科,广州,510282; 2 通讯作者

作者简介:赵一瑾,女,硕士研究生; 收稿日期:2013-12-31

脑卒中后的不正常的姿势调控是导致患者步行困难的主要因素^[1]。而在传统的康复训练中强调分解动作训练,相较现实生活中的整合活动是有差异。因此发展进一步康复技术是迫切需要的。虚拟现实(virtual reality, VR)是近年来长足进步的技术,运用模拟真实场景使人在虚拟环境中体验式地完成操作^[2]。本研究希望透过建立可诱发姿势控制反应的虚拟现实来刺激患者的姿势控制反应,同时利用步态分析系统分析步态参数,以观察VR技术对患者偏瘫步态的影响。

1 对象与方法

1.1 研究对象

选择2013年5—11月在珠江医院康复医学科进行康复治疗的脑卒中后偏瘫患者共30例,其中男性17例,女性13例;左侧偏瘫13例,右侧偏瘫17例。

纳入标准:入组患者诊断均符合1995年中华医

学会第四次脑血管病学术会议修订的《各类脑血管疾病诊断要点》^[3],经头颅CT或MR检查后临床诊断为脑梗死或脑出血;并满足:①生命体征平稳;②首次发病且病程<8个月;③存在偏瘫步态;④无严重认知功能障碍及精神疾病;⑤患下肢Brunnstrom分期在Ⅱ期以上、改良Ashworth分级Ⅱ级以下;⑥在独立或扶拐下步行超过12m。

排除标准:①病情不稳定;②严重言语及认知功能障碍;③由小脑、脊髓、周围神经病变或颅脑外伤引起下肢步行功能障碍;④有下肢骨折等影响下肢功能恢复的神经肌肉骨骼病变;⑤既往有颅脑疾病遗留下肢步行功能障碍。

1.2 分组

患者随机分为实验组和对照组各15例,两组同时给予基本药物+常规康复治疗,实验组加用虚拟现实治疗。两组患者一般资料比较差异无显著性,具有可比性。见表1。

表1 治疗前各组基本资料比较

组别	例数	性别(例)		年龄(岁)	身高(cm)	病变性质(例)		偏瘫侧(例)		病程(周)
		男	女			出血	梗死	左侧	右侧	
实验组	15	10	5	58.00±11.650	166.87±7.671	7	8	6	9	21.73±3.450
对照组	15	7	8	64.20±14.591	163.80±6.879	5	10	7	8	23.13±3.720
P		0.231		0.209	0.259	0.355		0.500		0.295

1.3 评估方法

每例患者入组前进行Brunnstrom分期、改良Ashworth分级、肌力等评估,入组时及治疗前后使用Gait Watch三维步态分析系统采集数据。

1.4 治疗方案

两组患者均以神经系统的药物治疗为基础,随机分配到对照组和实验组。对照组:常规康复治疗,由治疗师进行肌力和耐力训练、平行杆内步行训练、助行器或扶拐步行训练等康复治疗。时间:30min/次,1次/d,每周6d,疗程2周。实验组:常规康复治疗基础上,增加VR治疗,但不做传统步态训练。治疗时患下肢佩戴感应器,治疗前方放置36吋电脑屏幕,配有水果认知、生活工具认知、大鱼吃小鱼、飞行模拟以及森林漫步等场景,通过水果认知、生活工具认知等场景中进行活动度训练,通过大鱼吃小鱼、飞行模拟的场景进行肌力和耐力训练,通过音乐背景下的森林踏步进行步态训练。时间:45min/次,1次/d,每周6d,疗程2周。

1.5 评估方法

采用三维步态分析和训练系统(广州,Gait Watch)进行步态分析测定。首先准备7个传感器,分别固定在患者骶部、大腿前侧、小腿内侧和足背部等较为平坦处。由于特制的传感器中含有陀螺仪、加速度计等惯性测量模块以及高性能嵌入式微处理器DSP数据采集处理模块,所以,为了确保数据采集的精确性,必须牢固绑定传感器,并要求患者在安静、免受干扰的环境中尽量直线行走至少12m。随后将系统硬件数据采样频率调整为500Hz,并实时同步采集患者的步行资料,分析患者从骨盆、髋、膝到踝关节在矢、冠和垂直面上运动的数据,通过三维模拟还原患者步态,并及时将数据传送到电脑中进行步态时空参数的分析和评估。

评测指标:测试结束后,记录患者步行的时空参数及步行过程中患侧下肢关节活动角度,并计算出偏瘫步态不对称性指数^[4]及患健侧支撑相比值,进行相关的分析和比对。

不对称性指数=(患侧摆动相-健侧摆动相)/(患侧摆动相+健侧摆动相)×100%

1.6 统计学分析

采用SPSS 13.0统计软件对实验数据进行统计学分析。计量资料采用均数±标准差表示;组间比较采用独立样本 t 检验;组内比较采用配对 t 检验。

2 结果

2.1 两组患者治疗前后的步态分析参数比较

脑卒中偏瘫患者接受VR治疗2周后,其步速及

步频提高,步宽缩小,同时双支撑相百分比缩短,而患侧摆动相和健侧摆动相百分比提高,同时偏瘫患者在患侧支撑相比值、步态不对称性指数皆有明显下降($P<0.05$),见表2。

2.2 两组患者治疗前后在步行中患侧最大关节活动角度比较

VR治疗2周后患者步行中患侧髋关节最大伸展角度、膝关节最大屈曲角度较治疗前明显改善($P<0.05$),见表3。

表2 时空参数比较

($\bar{x}\pm s$)

参数	实验组(n=15)		对照组(n=15)		P
	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	
步速(cm/s)	38.00±8.602	59.67±12.402	42.53±5.634	51.67±7.198	0.039
步宽(cm)	30.47±3.270	20.07±4.267	28.73±2.987	23.20±3.167	0.030
患侧摆动相百分比(%)	33.48±5.0713	40.01±6.030	30.43±7.281	34.69±7.516	0.041
健侧摆动相百分比(%)	24.39±7.085	37.91±8.656	19.67±7.0513	26.53±7.778	0.001
双支撑相百分比(%)	23.57±11.339	16.526±8.233	26.83±12.672	24.846±12.498	0.040
患健侧支撑相比值	1.138±0.095	1.035±0.107	1.139±0.0802	1.107±0.0706	0.040
步态不对称指数	0.168±0.130	0.0340±0.08	0.226±0.1682	0.141±0.128	0.013

表3 两组患者治疗前后在步行中患侧最大关节活动角度比较

($\bar{x}\pm s, ^\circ$)

	实验组(n=15)		对照组(n=15)	
	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
髋关节	7.4±4.43	11.6±1.92	5.47±5.16	9.4±2.58
膝关节	27.47±11.18	43.13±15.79	23.8±8.97	31.4±11.36

3 讨论

脑卒中患者的动作缺失,通常是由于患侧肌肉无力、肌张力不正常、异常姿势控制、异常协同动作、缺乏肩部及骨盆的控制,以及不正确的动作时序模式与关节内的协调性所致。研究指出脑卒中患者的异常姿势控制,会影响站立平衡能力,进而导致行走困难,增加跌倒的风险。故偏瘫患者步行能力的恢复,是提高自理能力以及改善生活质量的关键^[5]。Holden等^[6]最先运用VR对脑卒中后偏瘫患者进行康复训练,证明由“虚拟老师”指导训练的患者,康复治疗进展明显加快。相关研究显示VR与同步减重平板训练可有效改善脑卒中患者的步行速度和平衡功能^[7]。

3.1 虚拟现实技术对步态稳定性及对称性的影响

步态分析中的步速是反映步行能力最基本、稳定的指标^[8]。脑卒中偏瘫患者由于步行稳定性下

降,需要增加步宽而使身体站立的支持面积增大,以代偿身体的变化,最终导致步速减慢、步宽增加、步频下降及步幅缩短。本实验结果可见,通过VR治疗后,偏瘫患者步速和步频提高,步宽缩小,提示其步行稳定性及平衡能力提高。步行周期可区分为支撑相和摆动相,在不同性别及身高的正常人群中,支撑相及摆动相所占比例不存在明显差异,支撑相中期约占步态周期的40%。但偏瘫患者由于患侧支持能力较差,在患侧支撑相时需要尽快转移重心到健侧,故与健侧相比,患侧支撑相所占时间明显较少。有研究表明,偏瘫步态中步行障碍主要表现为健侧支撑相及双支撑相的延长,以增加步行的稳定性^[9]。而健侧支撑相的延长,主要是双支撑相延长所致,所以治疗的目的是改变单侧支撑相在步行周期中占据的比例。实验证明,VR治疗后双支撑相百分比减小,健侧及患侧摆动相时间增加,偏瘫步态不对称性指数和患健侧支撑相比值下降,说明患侧下肢支持能力提高,使步态稳定性提高,且实验组明显优于对照组,证明VR治疗有利于提高偏瘫侧在步行过程中的支撑能力,使步态稳定性及对称性增强。偏瘫患者的步行能力与伸膝肌肉力量紧密相关,直接反映在膝关节运动角度的变化。在步态周

期中,膝关节角度的变化可用于判断偏瘫步态的改善水平。如果患者行走过程的摆动期膝关节不能正常屈曲,这种影响就更明显。患侧髋关节伸展和膝关节最大屈曲角度与其步行能力直接相关^[10]。本实验结果显示治疗后实验组髋关节最大伸展角度和膝关节最大屈曲角度的变化是明显优于对照组,说明增加VR治疗后患下肢大关节活动角度的改善更加明显,对步行摆动期表现出有利影响,从而提高步行能力。

3.2 虚拟现实技术改善步态的机制及优势

虚拟现实技术应用于运动康复是由于感觉刺激和运动训练能促进肢体功能恢复和增强大脑皮质的可塑性^[11],最重要的用途在于对受损的运动功能进行康复性训练^[12]。临床资料显示,和真实环境中的传统康复训练相比,利用VR进行运动康复训练的动作技能学习和效果会更好。因为VR可模拟真实生活场景,提供日常生活技能训练方面具有显著的优越性^[13]。优势在于提供有意义的任务性训练与精确的感觉回馈,以确保患者在真实而安全的训练环境下,可进行重复训练、成绩反馈和动机维持等3个关键训练^[14]。Yang^[15]和Mirelman等^[16]通过单盲随机对照研究,支持沉浸式虚拟现实步态训练对脑卒中患者综合活动能力有改善作用,并证实感觉反馈的参与对康复效果有促进作用。Saposnik等^[17]通过小样本随机对照研究,证实脑卒中患者进行视频游戏交互式虚拟现实模拟康复训练的可行性、安全性和有效性。更重要的是,VR可以根据患者的心理状态和病情需要,选择相应的康复训练场景和任务取向式康复作业形式,以多种反馈形式激发和维持患者重复训练的主动性和积极性。通过虚拟小区环境配合力台训练与仅接受力台训练的效果比较发现,脑卒中患者在行走能力、平衡功能和心理状态方面都进步得更加明显^[18]。

综上,通过本次临床研究,患者在虚拟仿真的环境中进行运动康复治疗,可以有效改善步行稳定性和对称性,提高步行能力,主要与VR可以带来真实感觉反馈和增强大脑皮质的可塑性有关,趣味性和任务性训练相结合,避免了传统康复治疗过程中的枯燥乏味、单一重复的训练模式,提高了患者治疗的积极性和主动性。

参考文献

- [1] 姚滔涛,王宁华,陈卓铭.脑卒中运动功能训练的循证医学研究[J].中国康复医学杂志,2010,25(6):565—570.
- [2] 徐茂云,卢兆桐,刘世君.虚拟现实技术在医学中的应用进展[J].实用医药杂志,2007,24(11):1379—1381.
- [3] 中华神经内科学会.脑卒中患者神经功能缺损程度评分标准(1995)[J].中华神经内科学杂志,1996,29(6):381.
- [4] Ring H, Treger I, Gruendlinger L, et al. Neuroprosthesis for footdrop compared with an ankle-foot orthosis: effects on postural control during walking[J]. J Stroke Cerebrovasc Dis, 2009, 18(1):41—47.
- [5] Neckel ND, Blonien N, Nichols D, et al. Abnormal joint torque patterns exhibited by chronic stroke subjects while walking with a prescribed physiological gait pattern[J]. J Neuroeng Rehabil, 2008, (5):19.
- [6] Holden M K, Dyar T. Virtual environment training: a new tool for neurorehabilitation[J]. Journal of Neurologic Physical Therapy, 2002, 26(2): 62—71.
- [7] Walker ML, Ringleb SI, Maihafer GC, et al. Virtual reality-enhanced partial body weight-supported treadmill training poststroke: feasibility and effectiveness in 6 subjects[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2010, 91(1):115—122.
- [8] Kavanagh JJ. Lower trunk motion and speed-dependence during walking[J]. J Neuroeng Rehabil, 2009, (6):9.
- [9] 毛玉琚,李乐,陈正宏.脑卒中患者步行能力与下肢三维运动学及动力学相关性分析[J].中国康复医学杂志,2012,(5):442—447.
- [10] 徐光青,黄东锋,兰月,等.脑卒中患者下肢关节运动对步行能力影响的三维运动学研究[J].中国临床康复,2004,8(31):6816—6818.
- [11] Hallett M. Recent advances in stroke rehabilitation[J]. Neurorehabil Neural Repair, 2002, 16(2):211—217.
- [12] Holden M, Todorov E. Use of virtual environments in motor learning and rehabilitation[J]. Handbook of virtual environments: Design, implementation, and applications, 2002: 999—1026.
- [13] Standen PJ, Brown DJ. Virtual reality in the rehabilitation of people with intellectual disabilities: review[J]. Cyberpsychol Behav, 2005, 8(3):272—282.
- [14] Lange BS, Requejo P, Flynn SM, et al. The potential of virtual reality and gaming to assist successful aging with disability[J]. Phys Med Rehabil Clin N Am, 2010, 21(2): 339—356.
- [15] Yang YR, Tsai MP, Chuang TY, et al. Virtual reality-based training improves community ambulation in individuals with stroke: a randomized controlled trial[J]. Gait Posture, 2008, 28(2):201—206.
- [16] Mirelman A, Patrilli BL, Bonato P, et al. Effects of virtual reality training on gait biomechanics of individuals post-stroke[J]. Gait Posture, 2010, 31(4):433—437.
- [17] Saposnik G, Mamdani M, Bayley M, et al. Effectiveness of virtual reality exercises in stroke rehabilitation (EVREST): rationale, design, and protocol of a pilot randomized clinical trial assessing the Wii gaming system[J]. Int J Stroke, 2010, 5(1):47—51.
- [18] Makssoud HE, Richards CL, Comeau F. Dynamic control of a moving platform using the CAREN system to optimize walking in virtual reality environments[J]. Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc, 2009, (2009):2384—2387.