

·临床研究·

虚拟现实训练对有平衡障碍的小脑梗死患者平衡和步态的影响

梁顺利¹ 吴 忱^{1,3} 张荣博¹ 郑丽丹² 姚晓岚² 徐林胜¹ 徐 彬¹

摘要

目的:探讨虚拟现实训练对有平衡障碍的小脑梗死患者平衡和步态的影响。

方法:前瞻性收集2016年6月—2017年12月浙江中医药大学附属第二医院神经内科和康复科住院的急性小脑梗死患者54例,随机分为对照组(n=27)和观察组(n=27)。对照组接受传统平衡训练3周,观察组接受基于虚拟现实技术的平衡训练3周。治疗前后采用Berg平衡量表(BBS)评定平衡功能,Gait Watch三维步态分析系统分析患者步态。

结果:治疗3周后,观察组BBS动态评分,BBS静态评分及BBS总分均较对照组明显升高($t=2.029, P=0.048; t=2.115, P=0.039; t=2.757, P=0.008$)。步态分析结果提示:观察组步频和患侧摆动相较对照组明显升高($t=2.235, P=0.030; t=2.148, P=0.036$),步态不对称指数较对照组明显下降($t=-2.107, P=0.040$);观察组步速和跨步长较对照组明显增高($t=2.395, P=0.020; t=2.451, P=0.018$),步宽较对照组明显降低($t=-2.035, P=0.047$);观察组步行时患侧髋关节和膝关节最大活动角度较对照组明显增大($t=2.054, P=0.045; t=2.324, P=0.024$)。

结论:虚拟现实训练较传统平衡训练能更有效改善小脑梗死患者的平衡功能和步态异常。

关键词 小脑梗死;虚拟现实;步态分析;平衡训练

中图分类号:R743.3,R454.9 文献标识码:A 文章编号:1001-1242(2020)-06-0700-05

Effects of virtual reality training on balance and gait of balance dysfunction in patients with cerebellum infarction/LIANG Shunli, WU You, ZHANG Rongbo, et al//Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2020, 35(6): 700—704

Abstract

Objective: To explore the effect of virtual reality training on balance and gait of Balance dysfunction patients with cerebellum infarction.

Method: From June 2016 to December 2017, 54 patients with acute cerebellum infarction were randomly divided into control group (n=27) and observation group (n=27). The control group received traditional balance training for 3 weeks, besides, the observation group received balance training based on virtual reality technology for 3 weeks. Before and after treatment, the balance function was assessed by berg balance scale (BBS), and the patients' gait was analyzed by gait watch three-dimensional gait analysis system.

Result: After 3 weeks of training, BBS dynamic score, BBS static score and BBS total score in the observation group were significantly higher than those in the control group ($t=2.029, P=0.048; t=2.115, P=0.039; t=2.757, P=0.008$). Gait analysis indicated that gait frequency and swing phase in the observation group were significantly higher than those in the control group ($t=2.235, P=0.030; t=2.148, P=0.036$), and gait asymmetry index was significantly lower than that in the control group ($t=2.107, P=0.040$). The gait speed and stride length of the observation group were significantly higher than those of the control group ($t=2.395, P=0.020; t=2.451, P=0.018$), and the stride width was significantly lower than that of the control group ($t=2.035, P=0.047$). The

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2020.06.010

1 浙江中医药大学附属第二医院神经内科,浙江省杭州市,310005; 2 浙江中医药大学附属第二医院康复医学科; 3 通讯作者
第一作者简介:梁顺利,男,硕士,主治医师; 收稿日期:2019-03-12

maximal angle of motion of the affected hip and knee joint in the observation group was significantly higher than that in the control group ($t=2.054, P=0.045; t=2.324, P=0.024$).

Conclusion: Virtual reality training is more effective than traditional balance training in improving balance function and gait abnormality in patients with cerebellum infarction.

Author's address The Second Affiliated Hospital of Zhejiang Chinese Medical University, Zhejiang, Hangzhou, 310005

Key word cerebellar infarction; virtual reality; gait analysis; balance training

小脑梗死是常见的脑血管病,患者虽无明显肢体瘫痪,但多存在肢体协调性差,平衡障碍,姿势步态异常易跌倒等症状^[1]。研究发现,平衡障碍和姿势步态异常及由此导致的跌倒是影响小脑梗死患者生活质量,增加突发意外风险的主要原因^[2]。伴有平衡障碍的小脑梗死患者除了药物治疗外,平衡康复训练是不容忽视的重要治疗措施^[3]。研究显示传统的平衡康复训练在改善小脑梗死患者平衡功能和姿势步态异常方面有一定疗效^[4]。但传统的平衡康复训练强调动作分解训练,且过程单调枯燥,存在摔倒风险,患者积极性低,影响康复效果。而虚拟现实训练作为一种新兴的康复技术,是基于神经网络的可塑性和动作学习与控制理论(知觉—认知—动作过程),贴近日常生活的整合运动。研究显示,在脑卒中偏瘫患者和帕金森病患者中,虚拟现实训练能有效改善患者的平衡能力和姿势步态异常,且患者参与度高,安全性好^[5-6]。而其对小脑梗死患者的平衡功能及姿势步态异常的影响鲜有报道。本研究旨在观察有平衡障碍的小脑梗死患者接受虚拟现实训练前后的步态变化情况,并与传统平衡训练进行比较。

1 资料与方法

1.1 一般资料

前瞻性收集2016年6月—2017年12月于浙江中医药大学附属第二医院神经内科和康复科住院有平衡障碍的小脑梗死患者54例,随机数字表法随机分为对照组(27例)和观察组(27例)。

纳入标准:①发病2周内,依据急性缺血性脑卒中诊治指南2014^[2]确诊且头颅MRI证实的小脑梗死患者;②年龄在18—80岁;③初次发病,伴有平衡功能障碍(平衡功能障碍程度:Berg平衡量表评分24—42分)和步态异常(起步缓慢,两足步伐的长度和高度不一致,迈步不连续,直线偏离,躯干明显摇晃),且以上症状与头颅MRI病灶相符;④意识清,在监护下能独自站立10min以上,且能配合训练和检查者。

排除标准:①脑干或大脑其他部位有脑梗病灶者;②前庭、脊髓、周围神经病变或下肢骨关节疾病影响平衡功能者;③有严重心、肺、肝和肾疾病者;④严重的视觉、听觉或认知语言障碍不能配合者。所有患者均签署知情同意书。两组患者一般资料比较差异无显著性意义($P>0.05$),见表1。

表1 两组患者一般资料比较

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

组别	例数	性别(例)		年龄(岁)	发病到训练时间(h)	身高(cm)	体重(kg)	NIHSS评分(分)
		男	女					
观察组	27	16	11	69.8±10.7	61.82±10.37	171.02±23.69	66.77±10.63	4.82±1.02
对照组	27	17	10	71.4±11.5	58.51±11.42	169.07±21.73	65.37±11.28	4.05±0.83

1.2 治疗方法

两组患者均进行脑梗死常规药物治疗,对照组药物治疗同时进行传统平衡康复训练,观察组药物治疗同时接受基于虚拟现实技术的平衡训练。传统平衡康复训练在同一专业康复师指导下进行,训练项目包括:①跪立位、坐位、站立位时前后、左右重心转移训练:患者分别取跪立位,坐位,站位,通过向

前,向后,向左,向右移动身体重心,并尽量保持平衡;②站坐转换训练:患者通过从坐位站起,再站位坐下,来练习平衡控制;③直线行走训练:通过直线行走,保持身体平衡;④站位、坐位抛接球训练:在站位,坐位完成抛球和接球动作,并保持身体平衡。每次训练30min,1次/天,6天/周,连续3周。虚拟现实平衡训练选用基于虚拟现实技术的Bio Flex-FP姿

势控制训练系统(广州章和智能科技),患者站在压力感受采集板上,其重心位置和移动轨迹就会显示在评估界面上,戴上虚拟现实眼镜,训练界面提供患者即时的听觉和视觉反馈^[7]。选择下列游戏进行训练:①大鱼吃小鱼:患者站立位双脚与肩同宽,任务启动后3D眼镜屏幕上出现小鱼,用脚轻踩。如果患者无法单独站立太久,可扶住训练台支撑架,利用髋关节和膝关节的外展、内收、伸展、屈曲来完成任务。此任务主要针对前后、左右重心转换进行训练,同时训练肌力和肌耐力;②凤凰飞翔:患者采用站立位,任务启动后3D眼镜屏幕上会出现一只飞翔的凤凰,患者依据凤凰飞翔的位置移动左右手或头部来实现飞翔平衡和前进方向。此任务主要针对重心对侧转移后的控制能力和躯干的灵活性,即静态平衡能力;③采蘑菇:患者采用站立位,任务启动后3D眼镜屏幕上不同位置随机出现蘑菇,当蘑菇闪烁时下蹲即可进行采摘。可根据患者的平衡情况调整蘑菇出现的距离。此任务训练主要针对重心多个方位转移、迈步、重心上下移等平衡能力。依据患者个体情况,通过调整两脚间的支撑面积及平衡板间隔距离来调整训练难度^[8]。每次训练30min,1次/天,6天/周,连续训练3周。在训练过程中,治疗师根据患者的具体情况对训练的难度进行调整,且在患者身旁保证患者的安全,并用语言给予患者指导。

1.3 评定指标

两组患者在治疗前和治疗3周结束后进行评定,评定过程患者不使用辅助工具。以下评定均由同一医师完成,该医师不知晓分组情况。

Berg平衡量表(Berg balance scale, BBS):共14项平衡功能活动的评定,其中第1,4,5,8,9,10,11,12,15,16项为动态平衡测试,其余6项为静态平衡测试,每项分值0—4分,0分为无法完成,4分为正常完成动作,总分最高为56分^[9]。两者患者按BBS动态评分,BBS静态评分和BBS总分分别进行分析。

三维步态分析:采用Gait Watch三维步态分析系统(广州章和电气),安装固定7个传感器并定位(尾骶部,左右大腿前侧,左右小腿前侧,左右足背部),最后进行姿态校准,通过传感器捕捉步行过程中不同部位的信号轨迹,通过无线传输到电脑,实时三维同步动画显示,并提供步态数据:时间参数有步

频,摆动相,支撑相;距离参数有步速,跨步长,步长;并同时提供关节最大活动度数据。嘱患者自然状态下行走20m,连续记录2次取平均值。

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

1.4 统计学分析

采用统计软件SPSS19.0处理数据。计量资料符合正态分布的用均数±标准差表示,比较用 t 检验;非正态分布者采用中位数(P_{25}, P_{75})表示,比较用 U 检验。计数资料比较采用 χ^2 检验。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BBS评分比较

治疗前两组患者BBS动态评分、静态评分、总分的比较差异无显著性意义(均 $P>0.05$);治疗3周后,观察组患者BBS的动态评分、静态评分、总分均较对照组提高,差异有显著性意义(均 $P<0.05$),见表2。

2.2 两组患者步态参数比较

治疗前两组患者步态分析时间参数步频、摆动相、支撑相的差异无显著性意义(均 $P>0.05$);治疗3周后,观察组步频和患侧摆动相较对照组明显升高,步态不对称指数较对照组明显下降,差异有显著性意义(均 $P<0.05$),见表3。

治疗前两组患者步态距离参数步速、跨步长、步宽的差异无显著性意义(均 $P>0.05$);治疗3周后,观察组步速和跨步长较对照组明显增高,而步宽较对照组明显降低,差异有显著性意义(均 $P<0.05$),见表4。

2.3 两组患者步行时患侧关节最大活动角度比较

治疗前两组患者步行时患侧髋关节和膝关节最大活动角度比较差异无显著性意义(均 $P>0.05$);治疗3周后,观察组患者步行时患侧髋关节和膝关节最大活动角度较对照组均明显增大,差异有显著性意义(均 $P<0.05$),见表5。

3 讨论

改善小脑梗死患者的平衡能力和步态异常是预防跌倒,提高生活质量的重要手段。由于脑组织具有可塑性,传统依靠康复治疗师的平衡功能训练能改善患者的平衡功能,但强调分解动作,效果差,耗

表2 两组患者治疗前后BBS评分比较 ($\bar{x}\pm s$,分)

组别	例数	BBS动态评分	BBS静态评分	BBS总分
观察组				
治疗前	27	16.28±4.18	11.84±4.39	28.73±6.37
治疗后	27	25.57±5.73 ^{①②}	16.73±3.27 ^{①②}	45.66±8.46 ^{①②}
对照组				
治疗前	27	15.61±3.43	12.42±3.74	27.35±7.84
治疗后	27	20.22±4.95 ^①	14.25±4.63 ^①	36.38±7.74 ^①

注:①与组内治疗前比较 $P<0.05$;②与对照组治疗后比较 $P<0.05$

表3 两组患者步态时间参数比较 ($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	步频 (步/min)	患侧摆动相 (%)	步态不对称 指数
观察组				
治疗前	27	75.12±11.32	27.30±6.33	0.29±0.06
治疗后	27	99.51±9.87 ^{①②}	38.62±5.32 ^{①②}	0.07±0.03 ^{①②}
对照组				
治疗前	27	73.81±10.63	28.52±5.62	0.28±0.07
治疗后	27	91.22±8.42 ^①	34.62±3.45 ^①	0.12±0.04 ^①

注:①与组内治疗前比较 $P<0.05$;②与对照组治疗后比较 $P<0.05$

表4 两组患者步态距离参数比较 ($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	步速 (cm/s)	跨步长 (cm)	步宽 (cm)
观察组				
治疗前	27	56.13±9.38	62.03±14.17	38.16±6.71
治疗后	27	85.26±8.22 ^{①②}	90.17±9.16 ^{①②}	10.13±6.63 ^{①②}
对照组				
治疗前	27	55.40±8.62	63.28±13.63	36.81±6.71
治疗后	27	71.34±9.63 ^①	82.96±11.84 ^①	18.24±7.29 ^①

注:①与组内治疗前比较 $P<0.05$;②与对照组治疗后比较 $P<0.05$

表5 两组患者患侧关节最大活动角度比较 ($\bar{x}\pm s$,°)

组别	例数	髋关节	膝关节
观察组			
治疗前	27	6.75±2.16	25.83±11.94
治疗后	27	11.62±1.92 ^{①②}	43.31±15.37 ^{①②}
对照组			
治疗前	27	7.38±2.34	27.18±10.47
治疗后	27	9.58±2.79 ^①	32.36±8.58

注:①与组内治疗前比较 $P<0.05$;②与对照组治疗后比较 $P<0.05$

时长,患者积极性低^[10]。而基于动作学习与控制理论(知觉—认知—动作过程)的虚拟现实平衡训练,贴近现实生活,且可以制定个性化的训练计划,提供实时反馈,趣味性强,患者参与度高,安全性好,已广泛应用于多种疾病的临床康复,如帕金森病,脑卒中,颅脑外伤等^[11-12]。既往研究显示基于虚拟现实技术的平衡训练可以改善帕金森患者的平衡能力和步态异常。本研究运用虚拟现实技术对有平衡障碍的小脑梗死患者进行平衡训练,观察其对患者平衡和步态的影响。

我们选用基于虚拟现实技术的Bio Flex-FP训练系统里大鱼吃小鱼、凤凰飞翔、采蘑菇三个项目对患者进行平衡训练。研究结果显示:治疗3周后患者的BBS动态评分(25.57±5.73分),BBS静态评分(16.73±3.27分),BBS总分(45.66±8.46分)均明显高于治疗前,且观察组改善程度明显优于对照组,提示虚拟现实平衡训练更有利于小脑梗死患者平衡能力的改善,包括动态和静态平衡能力的改善。分析其原因可能为小脑梗死患者站立时重心不稳,姿势异常且调整反应慢,虚拟现实游戏需要动态姿势与静态姿势相结合来控制运动方向,对小脑梗死患者的重心转移,四肢及躯干的协调控制能力都进行了有效训练^[13]。同时视觉反馈可以让患者获知自身的运动方向和在空间的定位,有助于协调身体位置的控制^[14]。

小脑梗死患者步态异常,表现为行走慢,步基宽,高抬腿,足落地沉重,摇晃不稳^[15]。我们的三维步态分析结果显示小脑梗死患者步态表现为步频下降,摆动相缩短,步态不对称性增高。但我们通过基于虚拟现实技术的平衡训练后,患者步频增快,摆动相延长,步态不对称性下降,且较传统平衡训练效果更明显,与Koch等^[16]的研究结果一致。小脑梗死患者患侧下肢稳定性差,在步行周期中需尽快转移重心到健侧,在摆动相尤为明显,表现出步态不对称性,反映患者步行控制能力下降。有研究表明,步态的不对称性与脑卒中患者运动功能下降的程度及平衡功能的恶化密切相关,这对于判断脑卒中患者的步态功能具有重要的临床指导意义,需要依据步态的不对称性水平制定个体化的康复训练方案^[17]。我们在训练中也是基于患者的步态不对称性程度来选择训练的难易程度,提高患者训练时的信心。小脑梗死患者步行时稳定性下降,通过增加步宽使身体的支撑面积增大,结果导致步速减慢,跨步长缩短。我们的三维步态分析结果也显示小脑梗死患者步速慢,跨步长短,步宽长。但我们通过基于虚拟现实技术的平衡训练后,患者的步速增快,跨步长增长,步宽缩短,提示其步行的稳定性提高,且较传统平衡训练效果更明显,与Bultmann等^[18]的研究结果一致。

患侧下肢步行能力与患侧肢体的协调性紧密相关,直接反映在髋关节和膝关节运动角度的变化。在步态周期中,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^[19]。本研究结果显示有平衡障碍的小脑患者,患侧髋关节和膝关节最大活动角度偏小,治疗3周后观察组患者髋关节和膝关节最大活动角度明显增加,且效果明显优于对照组。说明虚拟现实训练后患侧下肢关节活动角度改善更加明显,有利于患者下肢步行时摆动相的稳定性和协调性,从而提高患者步行能力。

虚拟现实技术基于知觉—认知—动作过程,对平衡和步态的改善优于传统康复训练,其机制可能为:①虚拟现实游戏提供视觉反馈,模拟真实环境,有利于患者融入环境^[20];提供成绩反馈和视频资料,训练结果可客观量化处理,使得训练方案更加有针对性和灵活性;采用游戏界面模式,具有趣味性,促使患者更主动、更积极地完成康复训练,配合度得到提高^[21]。②虚拟现实游戏提供动静态相结合的控制活动,对小脑梗死患者躯干和四肢的控制,重心转移等进行训练,改善躯干和四肢的协调性。③虚拟现实游戏时患者站立位,需要下肢关节活动来保持平衡和完成游戏项目,髋关节和膝关节的控制能力改善。

总之,本研究显示对于有平衡障碍的小脑梗死患者,虚拟现实技术较传统康复训练对其平衡和步态改善更明显。但本研究观察时间相对较短,样本量较小,研究结论需长期、大样本、多中心的临床试验进一步证实。

参考文献

[1] Ogawa K, Suzuki Y, Takahashi K, et al. Clinical study of seven patients with infarction in territories of the anterior inferior cerebellar artery[J]. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 2017, 26(3):574—581.

[2] Lindeskog D, Lilja-Cyron A, Kelsen J, et al. Long-term functional outcome after decompressive suboccipital craniectomy for space-occupying cerebellar infarction[J]. *Clin Neurol Neurosurg*, 2019, 176(1):47—52.

[3] Kal E, van den Brink H, Houdijk H, et al. How physical therapists instruct patients with stroke: an observational study on attentional focus during gait rehabilitation after stroke[J]. *Disabil Rehabil*, 2018, 40(10):1154—1165.

[4] 李学, 李六一, 张俊红, 等. 步态联合平衡训练对小脑梗死伴共济失调患者运动及平衡功能的影响[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2016, 38(3):191—193.

[5] de Rooij IJ, van de Port IG, Meijer JG. Effect of virtual reality training on balance and gait ability in patients with stroke: systematic review and meta-analysis[J]. *Phys Ther*, 2016, 96(12):1905—1918.

[6] Bluett B, Bayram E, Litvan I. The virtual reality of Parkinson's disease freezing of gait: a systematic review[J]. *Parkinsonism Relat Disord*, 2019, 61:26—33.

[7] 徐英, 邹志浩. 脑外伤恢复期患者接受基于虚拟现实技术康复训练后平衡功能和姿势控制能力的变化观察[J]. *神经损伤与功能重建*, 2017, 12(6):563—571.

[8] 杨琨, 彭涛, 陈燕, 等. 虚拟现实技术对小脑卒中患者静态平衡功能及稳定极限范围的影响[J]. *中国康复*, 2017, 32(2):99—101.

[9] Louie DR, Eng JJ. Berg balance scale score at admission can predict walking suitable for community ambulation at discharge from inpatient stroke rehabilitation[J]. *J Rehabil Med*, 2018, 50(1):37—44.

[10] 陈思, 刘杰, 李顺, 等. 虚拟现实技术对帕金森病患者平衡功能的影响[J]. *中国康复理论与实践*, 2017, 23(9):1091—1095.

[11] Corbetta D, Imeri F, Gatti R. Rehabilitation that incorporates virtual reality is more effective than standard rehabilitation for improving walking speed, balance and mobility after stroke: a systematic review[J]. *J Physiother*, 2015, 61(3):117—124.

[12] Hugues A, Di Marco J, Janiaud P, et al. Efficiency of physical therapy on postural imbalance after stroke: study protocol for a systematic review and meta-analysis[J]. *BMJ Open*, 2017, 7(1):e013348.

[13] Severiano MIR, Zeigelboim BS, Teive HAG, et al. Effect of virtual reality in Parkinson's disease: a prospective observational study[J]. *Arq Neuropsiquiatr*, 2018, 76(2):78—84.

[14] Palma GC, Freitas TB, Bonuzzi GM, et al. Effects of virtual reality for stroke individuals based on the international classification of functioning and health: a systematic review[J]. *Top Stroke Rehabil*, 2017, 24(4):269—278.

[15] 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, 24(6):2590—2598.

[16] Koch G, Bonni S, Casula EP, et al. Effect of cerebellar stimulation on gait and balance recovery in patients with hemiparetic stroke: a randomized clinical trial[J]. *JAMA Neurol*, 2018, 153(3):69—65.

[17] Laver KE, Lange B, George S, et al. Virtual reality for stroke rehabilitation[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2017, 11(2):CD008349.

[18] Bultmann U, Pierscianek D, Gizewski ER, et al. Functional recovery and rehabilitation of postural impairment and gait ataxia in patients with acute cerebellar stroke[J]. *Gait Posture*, 2014, 39(1):563—569.

[19] 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, 22(7):4046—4053.

[20] 林志诚, 陈阿贞, 江一静, 等. 虚拟现实平衡游戏训练对帕金森病患者平衡功能的效果[J]. *中国康复理论与实践*, 2016, 22(9):1059—1063.

[21] Dockx K, Bekkers EM, Van den Bergh V, et al. Virtual reality for rehabilitation in Parkinson's disease[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2016, 12:CD010760.