



电子、语音版

·论著·

## 虚拟现实技术结合肢体协调辅助装置训练对缺血性脑卒中患者脑灰质含量及肢体运动功能的影响

李敦玲, 李文, 陈静, 范祥柱, 毕美仙

合肥市第二人民医院(安徽医科大学附属合肥医院), 安徽 合肥 230011

**摘要:**目的 探讨虚拟现实(VR)技术结合肢体协调辅助装置训练对缺血性脑卒中患者脑灰质含量、运动功能、认知功能和日常生活能力的影响。方法 选取2022年2月至2023年1月合肥市第二人民医院收治的122例缺血性脑卒中患者作为研究对象,按照随机数字表法分为对照组(61例)和观察组(61例),其中对照组患者采取肢体协调辅助装置训练,观察组采取VR结合肢体协调辅助装置训练,治疗周期为2个月。对比治疗前后2组患者睁眼1 min轨迹面积、睁眼1 min摆动长度、上下肢运动功能、神经功能、认知功能和日常生活能力。结果 治疗后2组的睁眼1 min轨迹面积、睁眼1 min摆动长度均较治疗前显著减少( $P<0.05$ ),且观察组的轨迹面积和摆动长度均小于对照组( $P<0.05$ )。治疗后2组的上下肢运动评分、脑灰质含量、蒙特利尔认知评估量表(MoCA)评分和日常生活能力均较治疗前显著提高( $P<0.05$ ),且观察组的这些指标水平均高于对照组( $P<0.05$ )。治疗后神经功能评分均较治疗前显著降低( $P<0.05$ ),且观察组的该评分低于对照组( $P<0.05$ )。结论 VR结合肢体协调辅助装置训练可有效促进缺血性脑卒中患者平衡功能的恢复,提高患者肢体运动功能,改善患者神经功能、认知功能和日常生活能力。

[国际神经病学神经外科学杂志, 2023, 50(6): 19-23]

**关键词:**缺血性脑卒中;虚拟现实技术;肢体协调辅助装置训练;认知功能;生活质量

中图分类号:R743.3

DOI:10.16636/j.cnki.jinn.1673-2642.2023.06.004

### Effect of virtual reality technology combined with limb coordination assistive device training on cerebral gray matter content and limb motor function in patients with ischemic stroke

LI Dunling, LI Wen, CHEN Jing, FAN Xiangzhu, BI Meixian

The Second People's Hospital of Hefei, Hefei Hospital Affiliated to Anhui Medical University, Hefei, Anhui 230011, China

Corresponding author: BI Meixian, Email: 1079185159@qq.com

**Abstract:** **Objective** To investigate the effect of virtual reality (VR) technology combined with limb coordination assistive device training on cerebral gray matter content, motor function, cognitive function, and activities of daily living in patients with ischemic stroke. **Methods** A total of 122 patients with ischemic stroke who were admitted to The Second People's Hospital of Hefei from February 2022 to January 2023 were enrolled as subjects, and they were divided into control group and observation group using a random number table, with 61 patients in each group. The patients in the control group were trained with the limb coordination assistive device, and those in the observation group were trained with VR combined with the limb coordination auxiliary device, with a treatment time of 2 months for both groups. The two groups were compared in terms of 1 min eye opening track area, 1 min eye opening swing length, motor function of the upper and lower limbs, neurological function, cognitive function, and activities of daily living before and after treatment. **Results** After treatment, both groups had significant reductions in 1 min eye opening track area and 1 min eye opening swing length

基金项目:合肥市借转补项目(J2019Y01)。

收稿日期:2023-07-14;修回日期:2023-11-10

作者简介:李敦玲(1981—),女,本科,研究方向:脑卒中后康复及神经重症。

通信作者:毕美仙(1966—),女,本科,研究方向:内科临床管理。Email:1079185159@qq.com。

( $P<0.05$ ), and the observation group had significantly smaller area and length than the control group ( $P<0.05$ ). After treatment, both groups had significant increases in the motor scores of the upper and lower limbs, grey matter content, Montreal Cognitive Assessment score, and activities of daily living ( $P<0.05$ ), and these indicators were significantly higher in the observation group than in the control group ( $P<0.05$ ). After treatment, both groups had a significant reduction in neurological score ( $P<0.05$ ), and the observation group had a significantly lower score than the control group ( $P<0.05$ ).

**Conclusions** For patients with ischemic stroke, VR combined with limb coordination auxiliary device training can effectively promote the recovery of balance function and improve limb motor function, neurological function, cognitive function, and abilities of daily living. [Journal of International Neurology and Neurosurgery, 2023, 50(6): 19-23]

**Keywords:** ischemic stroke; virtual reality; limb coordination auxiliary device training; cognitive function; quality of life

近年来,受到人口老龄化和人们生活方式改变的影响,缺血性脑卒中的发病率呈现逐年升高的趋势。缺血性脑卒中作为急性血管病变引起的疾病,发病原因和致病因素较为复杂,主要由脑内血液循环受阻引起,具有较高的致死率和致残率<sup>[1-2]</sup>。缺血性脑卒中之所以引起肢体功能不同程度丧失,主要是中枢神经系统神经元受损,使运动神经反射受到抑制,进而出现肢体肌张力增高、肌群间协调性下降<sup>[3-4]</sup>。肢体协调辅助装置可为患者躯干提供合适的感觉反馈,通过感觉运动训练辅助装置改善患者的躯干控制能力,有利于提升患者的躯干控制能力和平衡能力<sup>[5]</sup>。虚拟现实(virtual reality, VR)技术是近年来兴起的一种康复技术,具有沉浸感强、增加了治疗的趣味性和患者参与的积极性,能够为患者提供个性化的康复方案,康复过程中可根据患者的具体情况和需求,系统可以调整训练的难度和模式,以适应不同的康复阶段和目标<sup>[6]</sup>。因此,本研究旨在分析VR结合肢体协调辅助装置训练对缺血性脑卒中患者认知功能及肢体运动功能的影响。

## 1 资料与方法

### 1.1 研究对象

选取2022年2月至2023年1月安徽省合肥市第二人民医院收治的122例缺血性脑卒中患者作为研究对象。

纳入标准:①患者年龄50~70岁,男女不限;②符合《急性缺血性缺血性脑卒中》<sup>[7]</sup>的诊断标准;③结合患者的近期病史、体征检查和颅脑计算机断层成像(computed tomograph, CT)或磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)检查确诊为缺血性脑卒中首次发病;④梗死灶直径为3~15 mm,梗死属于单发性脑梗死。

排除标准:①合并自身免疫系统疾病、恶性肿瘤、血液系统疾病、颅内感染、癫痫、精神错乱;②存在精神病史、确诊为血管性痴呆、帕金森病、阿尔茨海默病;③合并严重心、肝、肺、肾等重要器官功能障碍;④生命体征不稳定。剔除中途因各种原因退出本研究的脱落病例。

所有患者及家属均知情本研究,并签署了知情同意书。

### 1.2 一般资料

将研究对象按照随机数字表法分为对照组(61例)和观察组(61例)。

对照组:男性32例,女性29例;年龄50~70岁,平均(60.14±2.78)岁;体重指数20~24 kg/m<sup>2</sup>,平均(22.57±1.04)kg/m<sup>2</sup>;病程6~20周,平均(10.02±3.17)周;肌张力<sup>[8]</sup>Ⅱ级42例,Ⅲ级19例。

观察组:男性35例,女性26例;年龄50~70岁,平均(59.54±2.49)岁;体重指数20~25 kg/m<sup>2</sup>,平均(22.64±2.89)kg/m<sup>2</sup>;病程6~16周,平均(9.34±3.20)周;肌张力Ⅱ级37例,Ⅲ级24例。

2组患者一般资料比较差异无统计学意义( $P>0.05$ )。

### 1.3 研究方法

2组患者均由同一医护团队完成所有的治疗工作。2组患者均进行常规治疗,包括饮食指导、健康宣教、情绪疏导等,并严格控制血糖、血压。

对照组采用肢体协调辅助装置训练,装置选用外骨骼支架康复机器人。训练前先测量患者小腿、臀宽、大腿长度,根据测量数值调整机器人的参数,保证患者在直立状态下脚底接触不到地面,选择步态姿势重塑训练模式进行训练。训练时间为20 min/d,1次/d,5次/周,治疗周期为2个月。

观察组采取VR结合肢体协调辅助装置训练,先向患者讲解训练内容及注意事项,包括上肢运动与下肢运动,仪器采用BioFlex-FP姿态控制评估训练系统,佩戴VR眼镜,保持环境安静,指导患者通过缓慢移动自身重心完成游戏。上肢运动包括采蘑菇、擦桌子、插木头等5项,下肢运动包括在河岸、村庄场景步行及滑雪等5项。每个项目3 min,共训练时间为30 min,1次/d,5次/周。治疗周期为2个月。

### 1.4 观察指标

1.4.1 平衡能力 于治疗前后采用平衡反馈训练仪选择静态平衡测试,测量患者睁眼1 min轨迹面积、睁眼1 min摆动长度。

1.4.2 运动功能 于治疗前后采用Fugl-Meyer运动功

能评定量表<sup>[9]</sup>测定患者上下肢运动功能。上肢包含33项,总分为66分;下肢包含17项,总分34分;分值与肢体功能成正比。

1.4.3 神经功能 于治疗前后采用美国国立卫生研究院卒中量表<sup>[10]</sup>评估患者神经功能,总分42分,分值越高说明神经功能缺损越严重。

1.4.4 脑灰质含量 于治疗前后采用MRI检测患者脑灰质含量。

1.4.5 认知功能 于治疗前后采用蒙特利尔认知评估量表<sup>[11]</sup>评分评估患者的认知功能,总分30分,分值越高说明认知功能越好。

1.4.6 日常生活能力 于治疗前后采用Barthel指数<sup>[12]</sup>评估患者日常生活能力,总分100分,分值越高说明生活质量越好。

## 1.5 统计学方法

应用SPSS 22.0软件进行数据分析。计数资料以例和百分率 $[n(\%)]$ 表示,组间比较采用 $\chi^2$ 检验;计量资料以均数 $\pm$ 标准差 $(\bar{x}\pm s)$ 表示,组间比较采用两样本 $t$ 检验,治疗前后比较采用配对 $t$ 检验。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 平衡能力

治疗前2组患者的睁眼1 min轨迹面积和睁眼1 min摆动长度比较差异无统计学意义( $P>0.05$ )。治疗后2组的睁眼1 min轨迹面积和睁眼1 min摆动长度均显著减少( $P<0.05$ ),且观察组的睁眼1 min轨迹面积和睁眼1 min摆动长度少于对照组( $P<0.05$ )。见表1。

表1 2组患者治疗前后平衡能力比较  $(\bar{x}\pm s)$

组别	例数	睁眼1 min轨迹面积/cm <sup>2</sup>				睁眼1 min摆动长度/cm			
		治疗前	治疗后	$t$ 值	$P$ 值	治疗前	治疗后	$t$ 值	$P$ 值
对照组	61	9.72 $\pm$ 1.25	5.52 $\pm$ 1.23	18.705	0.001	55.63 $\pm$ 3.52	39.56 $\pm$ 3.65	24.752	<0.001
观察组	61	10.21 $\pm$ 1.51	2.51 $\pm$ 1.41	29.109	0.012	54.58 $\pm$ 3.47	33.52 $\pm$ 3.41	33.809	<0.001
$t$ 值		1.952	12.564			1.659	9.444		
$P$ 值		0.053	<0.001			0.100	<0.001		

### 2.2 运动、神经功能

治疗前2组患者的下肢、上肢运动功能评分及神经功能评分比较差异无统计学意义( $P>0.05$ )。治疗后2组的下肢、上肢运动功能评分均显著升高( $P<0.05$ ),且观察组

的下肢、上肢运动功能评分均高于对照组( $P<0.05$ )。见表2。

治疗后2组的神经功能评分显著降低( $P<0.05$ ),观察组的神经功能评分低于对照组( $P<0.05$ )。见表3。

表2 2组患者治疗前后运动功能比较  $(\bar{x}\pm s; \text{分})$

组别	例数	下肢运动评分				上肢运动评分			
		治疗前	治疗后	$t$ 值	$P$ 值	治疗前	治疗后	$t$ 值	$P$ 值
对照组	61	18.20 $\pm$ 2.41	28.30 $\pm$ 2.52	22.623	<0.001	21.70 $\pm$ 2.41	38.62 $\pm$ 2.30	39.668	<0.001
观察组	61	19.01 $\pm$ 2.16	31.02 $\pm$ 2.11	61.065	0.012	22.35 $\pm$ 2.16	46.21 $\pm$ 2.51	56.275	<0.001
$t$ 值		1.955	6.464			1.569	17.413		
$P$ 值		0.053	<0.001			0.119	<0.001		

表3 2组患者治疗前后神经功能比较  $(\bar{x}\pm s; \text{分})$

组别	例数	神经功能评分		$t$ 值	$P$ 值
		治疗前	治疗后		
对照组	61	25.32 $\pm$ 3.52	15.32 $\pm$ 2.55	1.708	0.032
观察组	61	26.52 $\pm$ 4.21	5.68 $\pm$ 2.74	32.403	<0.001
$t$ 值		1.708	20.115		
$P$ 值		0.090	<0.001		

### 2.3 认知功能

治疗前2组患者的脑灰质含量、MoCA评分比较差异

无统计学意义( $P>0.05$ )。治疗后2组的脑灰质含量和MoCA评分均显著升高( $P<0.05$ ),且观察组的脑灰质含量和MoCA评分均高于对照组( $P<0.05$ )。见表4。

### 2.4 日常生活能力

治疗前2组患者的Barthel指数比较差异无统计学意义( $P>0.05$ )。治疗2个月后2组患者Barthel指数得到了显著提升( $P<0.05$ ),且观察组的Barthel指数提升水平更高( $P<0.05$ )。见表5。

表4 2组患者治疗前后认知功能 ( $\bar{x}\pm s$ )

组别	例数	脑灰质含量/mL				MoCA评分/分			
		治疗前	治疗后	t值	P值	治疗前	治疗后	t值	P值
对照组	61	548.03±4.35	562.30±3.14	20.774	0.001	18.56±2.52	23.30±2.35	10.744	0.014
观察组	61	546.94±4.14	571.02±3.16	36.111	0.002	17.87±2.41	26.25±2.74	17.936	0.022
t值		1.418	15.288			1.546	6.383		
P值		0.159	<0.001			0.125	<0.001		

表5 2组患者治疗前后 Barthel 指数比较 ( $\bar{x}\pm s$ ;分)

组别	例数	治疗前	治疗2个月后	t值	P值
对照组	61	37.62±4.56	65.36±6.20	28.151	<0.001
观察组	61	38.16±5.41	78.52±6.44	37.478	<0.001
t值		0.596	11.498		
P值		0.552	<0.001		

### 3 讨论

缺血性脑卒中作为急性脑损伤,主要是突发性脑血管堵塞所致,脑血管闭塞缺血再灌注会产生大量氧自由基,使患者脑生物膜出现脂质过氧化,脑血管膜结构和血管内皮细胞遭到破坏与损伤,从而导致脑血管通透性增加,损伤脑胶质细胞及神经元,影响患者的正常运动功能<sup>[13-14]</sup>。早期对患者实施康复训练能够改善患者损失的神经功能,帮助患者尽快恢复肢体功能和运动功能,改善患者预后。临床研究发现,肢体协调辅助装置能给予躯干正确的反馈,减少躯干的代偿运动,进而降低其不对称性,在运动、感觉和认知的控制下进行重心转移、躯干和四肢协调性训练,有利于重建脑部神经功能,帮助患者恢复神经系统对躯干和四肢的控制力<sup>[15]</sup>。

VR技术能在更高维度进行交互和内容展现,其360度全景画面能让患者身临其境进入虚拟场景,全面感受气氛和氛围,空间感、距离感都会更有层次,可减少在真实情况中由错误操作导致的危险,虚拟环境与真实世界的高度相似性,运动技能更好地迁移到现实环境中<sup>[16-17]</sup>。通过VR技术,鼓励患者尝试使用受损的大脑区域来控制相应的肌肉群,使受损的神经重新建立连接,利用神经可塑性可以教会大脑如何让身体运动,达到改善神经功能的目的<sup>[18-19]</sup>。本研究结果显示,治疗后观察组的睁眼1 min 轨迹面积、睁眼1 min 摆动长度均较对照组显著减少,上下肢运动功能评分均较对照组显著升高,神经功能评分较对照组显著降低,表明VR结合肢体协调辅助装置训练可有效促进缺血性脑卒中患者平衡功能的恢复,提高患者肢体运动功能,改善患者神经功能。

缺血性脑卒中是由于大脑血流受阻而引起脑组织损伤,其中脑灰质区损伤表现为肢体偏瘫、失语或情感变化、记忆力下降、精神行为异常等。有研究显示,脑组织中灰质的体积与各种各样的技能及认知能力有关,大脑中不同区域的灰质负责控制肌肉运动、感官体验、思考和

感觉、记忆和言语等重要功能,灰质的体积是衡量大脑健康状况的核心指标,运动训练能增加大脑的灰质体积,减缓大脑的认知退化<sup>[20-21]</sup>。肢体协调辅助装置联合VR技术训练可在声、光、电的刺激下,增强患者兴趣程度,充分发挥患者主观能动性、自主参与度,使患者在身临其境的环境中完成功能性运动和动作,有利于增加神经元的兴奋性,重建机体神经轴突之间的联系,改善认知功能<sup>[22]</sup>。本研究结果显示,治疗后观察组的脑灰质含量、MoCA评分及治疗2个月 Barthel 指数均较对照组显著升高,表明VR联合肢体协调辅助装置训练可有效改善缺血性脑卒中患者认知功能,提高日常生活活动能力。VR能模拟不同运动状态下肌肉的运动及关节活动,患者可以进行多种形式的训练。在康复训练过程中,VR技术可以与传统疗法相结合,通过视觉、听觉、触觉等多种感官刺激,达到提高患者的运动功能、改善患者的日常生活活动能力、促进神经再生和脑可塑性等目的<sup>[23-24]</sup>。

综上所述,VR联合肢体协调辅助装置训练可有效促进缺血性脑卒中患者平衡功能的恢复,提高患者肢体运动功能,改善患者神经功能、认知功能、日常生活活动能力,值得临床推广应用。

### 参 考 文 献

- [1] 戴璟,王鑫,朱翔宇,等. 基于多层logit模型的我国脑卒中患病影响因素研究[J]. 中国卫生统计, 2020, 37(5): 708-711.
- [2] 景颖颖,万婕,何慧赞,等. 首发脑卒中患者自我护理能力及影响因素研究[J]. 护理管理杂志, 2020, 20(1): 12-16.
- [3] 桑妮,张璇,朱玲,等. 任务导向性功能训练对脑卒中偏瘫患者肢体功能的改善效果[J]. 中国医药导报, 2021, 18(36): 154-157.
- [4] 王维,韩立影,胡凤娟,等. 多模态运动干预对脑卒中患者下肢肢体功能、心理状态和疲劳状态的影响[J]. 中国现代医学杂志, 2022, 32(21): 86-91.
- [5] KWAN MSM, HASSETT LM, ADA L, et al. Relationship between lower limb coordination and walking speed after stroke: an observational study[J]. Braz J Phys Ther, 2019, 23(6): 527-531.
- [6] 王连东. 虚拟现实技术功能训练联合平衡针对脑卒中偏瘫患者康复疗效观察[J]. 心脑血管病防治, 2019, 19(4): 335-337.
- [7] 徐耀铭. 急性缺血性脑卒中[M]. 沈阳:东北大学出版社, 2020: 75-81.

- [8] 骆伟,王坤,李小萍. 物理疗法为主的综合康复治疗对脑卒中后肌张力增高患者的疗效[J]. 心血管康复医学杂志, 2020, 29(3): 272-276.
- [9] 段璨,李正良,夏文广,等. "滋水涵木"针刺联合康复训练对卒中后上肢运动功能恢复的影响[J]. 针灸临床杂志, 2021, 37(2): 15-19.
- [10] 姚丽娜,时伟,孙喜燕,等. 颗粒蛋白前体、基质金属蛋白酶-9及入院时美国国立卫生研究院卒中量表评分对脑梗死病人出血转化的预测价值[J]. 安徽医药, 2021, 25(5): 966-970.
- [11] JIA XF, WANG ZH, HUANG FF, et al. A comparison of the Mini - Mental State Examination (MMSE) with the Montreal Cognitive Assessment (MoCA) for mild cognitive impairment screening in Chinese middle-aged and older population: a cross-sectional study[J]. BMC Psychiatry, 2021, 21(1): 485.
- [12] 周青青,施加加,倪波业. 扩展Barthel指数与功能独立性量表在评定脑卒中患者日常生活活动功能等级中的对比分析[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2021, 43(7): 602-606.
- [13] 黄如训. 脑卒中预防的创新思维之浅见:重视脑卒中发作的预防[J]. 中华神经科杂志, 2021, 54(10): 1099-1102.
- [14] 丁贤彬,焦艳,毛德强,等. 2012-2018年重庆市脑卒中发病和死亡趋势分析[J]. 中国慢性病预防与控制, 2020, 28(6): 428-431.
- [15] 葛国强,张卫锋,李敬涵,等. 一种10自由度外骨骼康复机器人结构设计与运动学分析[J]. 机械传动, 2022, 46(8): 131-138, 145.
- [16] ZHANG BH, LI D, LIU Y, et al. Virtual reality for limb motor function, balance, gait, cognition and daily function of stroke patients: a systematic review and meta-analysis[J]. J Adv Nurs, 2021, 77(8): 3255-3273.
- [17] 危昔均,韦亦茜,秦萍,等. 基于沉浸式虚拟现实脑卒中偏瘫上肢功能康复系统构建及临床可行性研究[J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2021, 19(11): 1949-1952.
- [18] WU JL, ZENG AH, CHEN ZY, et al. Effects of virtual reality training on upper limb function and balance in stroke patients: systematic review and meta - meta - analysis[J]. J Med Internet Res, 2021, 23(10): e31051.
- [19] 尹玲茜,魏清川,王静静. 虚拟现实技术联合核心稳定训练对脑卒中恢复期疗效的影响[J]. 卒中与神经疾病, 2020, 27(6): 816-820.
- [20] 王若愚,王东岩,董旭,等. 电针治疗脑梗死相关失眠后大脑灰质改变的研究[J]. 针灸临床杂志, 2023, 39(2): 27-33.
- [21] 郎奕,李匡时,杨嘉颐,等. 针刺顶颞前斜线对脑梗死偏瘫患者脑灰质重塑的影响[J]. 针刺研究, 2020, 45(2): 141-147.
- [22] 樊振梅,王春钰,谢婷,等. 肢体协调辅助装置结合VR训练对急性脑梗死颅内血管介入治疗患者步态平衡和表面肌电图的影响[J]. 中国卒中杂志, 2023, 18(2): 194-200.
- [23] KIM WS, CHO S, KU J, et al. Clinical application of virtual reality for upper limb motor rehabilitation in stroke: review of technologies and clinical evidence[J]. J Clin Med, 2020, 9(10): 3369.
- [24] ARAMAKI AL, SAMPAIO RF, REIS ACS, et al. Virtual reality in the rehabilitation of patients with stroke: an integrative review [J]. Arq Neuropsiquiatr, 2019, 77(4): 268-278.

责任编辑:龚学民