

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

杨珺, 彭涛, 陈燕, 盛扬, 魏海棠, 徐兆勇, 黄丽

【摘要】 目的:观察虚拟现实技术(VR)对小脑卒中患者静态平衡功能及稳定极限范围的影响。**方法:**小脑卒中患者71例随机分为观察组36例和对照组35例,观察组接受VR游戏训练,对照组接受常规平衡训练。分别于训练前、训练4周后采用平衡测试仪对所有患者的身体压力中心移动面积和稳定极限进行测量。**结果:**治疗4周后,2组患者在睁眼和闭眼条件下的摆动有效面积、摆动路径长度、平均摆动速度值与治疗前比较均显著下降(均 $P<0.05$);2组间比较,在睁眼和闭眼条件下的平均摆动速度值无显著差异,但观察组摆动有效面积、摆动路径长度值下降更为显著(均 $P<0.05$)。治疗后,2组治LOS值均较治疗前显著提高(均 $P<0.05$),且观察组高于对照组($P<0.05$)。**结论:**基于VR的平衡训练较常规的平衡训练能更有效地改善小脑卒中患者的静态平衡功能和稳定极限范围。

【关键词】 小脑卒中;虚拟现实;静态平衡;稳定极限范围

【中图分类号】 R49;R743.3 **【DOI】** 10.3870/zgkf.2017.02.003

Effect of virtual reality rehabilitation on static balance and limits of stability in patients with cerebellar stroke Yang Jun, Peng Tao, Chen Yan, et al. Hankou Hospital of Wuhan, Wuhan Rehabilitation Hospital, Wuhan 430010, China

【Abstract】 Objective: To investigate the clinical effects of virtual reality (VR) training on static balance and limits of stability (LOS) in patients with cerebellar stroke. **Methods:** Seventy-one cerebellar stroke patients with balance function disorder were randomly divided into experimental group ($n=36$) and control group ($n=35$). The experimental group received balance training based on VR games, while the control group received routine balance training. Their postural stability and LOS were measured with BioRescue system before and 4 weeks after training. **Results:** Most of the parameters of postural stability and LOS were improved in both groups after training ($P<0.05$), more significantly in the experimental group than in the control group ($P<0.05$). **Conclusion:** Balance training based on VR is more effective than routine balance training on the static balance function of cerebellar stroke patients.

【Key words】 cerebellar stroke; virtual reality; static balance; limit of stability

平衡是指身体重心偏离稳定位置时,四肢、躯干通过有意识或反射活动以恢复稳定的能力^[1]。小脑卒中约占脑血管病的5.37%左右^[2],而平衡功能障碍是其主要并发症。常规训练方法是以Bobath技术及Brunnstrom法为主^[3],但这类方法有其局限性,影响了训练的质量。虚拟现实技术(Virtual Reality, VR)近年来逐步应用到平衡功能的康复训练方面,收到了较好的效果^[4-5]。但VR运用于小脑卒中后的平衡功能障碍的康复训练,则研究不多。本研究旨在研究VR技术对小脑卒中患者的静态平衡功能及稳定极限范围的影响。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2012年5月~2014年6月在我院康复医学科就诊的小脑卒中患者共71例,均符合1996年中华神经科学会各类脑血管疾病诊断要点中的脑卒中诊断标准^[6],并经头颅CT或MRI诊断为小脑梗死或小脑出血,临床以平衡功能障碍为主要表现的患者。纳入标准:符合前述诊断标准,首次脑卒中发病,病程 <6 个月,小脑病灶等病情稳定,能在有或无辅助装置下维持静态站立位持续2min以上;排除标准:有明显的认知、视觉功能障碍,感觉性失语,以及心、肺、肝、肾等限制活动的并发症。按随机数字表法分为2组,①观察组36例,男21例,女15例;年龄(57.2 ± 5.8)岁;病程(46.8 ± 18.2)d;脑出血24例,脑梗死12例。②对照组35例,男22例,女13例;年龄(59.3 ± 6.2)岁;病程(53.8 ± 25.6)d;脑出血15例,脑

基金项目:武汉市卫计委临床医学科研项目(WX13C33)

收稿日期:2016-12-14

作者单位:武汉市汉口医院康复医学科,武汉430010

作者简介:杨珺(1981-),女,医师,主要从事神经康复方面的研究。

通讯作者:彭涛, p001t@163.com

梗死 20 例。2 组一般资料比较差异无统计学意义。

1.2 方法 2 组患者均接受常规药物治疗,对照组患者给予常规方法进行静态平衡训练,主要以静态站立为主,即训练从大支持底开始,逐步过渡到小支持底;偏离稳定的幅度由小到大;随着患者平衡功能的改善,可改变支持底的平整度和(或)稳定性,进行难度增大的训练。每天 2 次,每次 30min。观察组使用 BioRescue 平衡评定训练系统(法国 RM 公司出产)进行静态平衡功能训练。训练的一般程序为:患者睁眼,赤足站立于检测平台上,双臂自然下垂于体侧,双足与肩同宽,与矢状面呈 15° 夹角;在治疗师的指令下,通过显示器显示的虚拟环境和任务,进行重心转移和稳定极限训练,包括:篮球入筐、城市驾车、高山滑雪、穿越人群、乘热气球旅行等 5 项。上述任务项目的实施过程由患者重心控制。重心前后移动,可使虚拟汽车、篮球、滑雪板、气球、跑步者加减速,左右移动使虚拟汽车等左右转弯,避让迎面而来的障碍物,发生碰撞则扣分。系统自动设定速度、时间并记录最终完成任务目标的成功率,一项任务结束即在显示器上给出成绩。每天 2 次,每次 30min。2 组患者训练均持续 4 周。

1.3 评定标准 2 组患者均在康复训练前及康复训练 4 周后,使用法国 RM 公司生产的 BioRescue 平衡功能评定训练系统进行下述指标的测定。检测在光线明亮、环境安静的条件下进行。①身体压力中心移动指标测定:患者脱鞋后双足平放在测力板上,足跟内侧之间距离为 8cm,双足外偏 15°,即足的长轴(足后跟中间与第二足趾连线)与步行前进方的夹角为 15°。双上肢自然置于身体两侧,手掌朝向大腿。两眼平视前方。分别测试患者直立睁眼 60s,闭眼 60s 时足底压力中心信号,收集患者直立睁眼闭眼时前后摆动有效面积、摆动路径长度、平均摆动速度。测试过程中如有跌倒、手扶、迈步等均视为未完成^[7]。②稳定极限范围测试:患者站立于压力板,保持身体直立,在保持不跌倒的情况下,以踝关节为支点在 360° 范围内,据显示屏上箭头的指引,依次向前、后、左、右倾斜,使身体重心最大程度地偏离直立中心位置,得到身体中心晃动的最大面积。系统自动记录足底重心运动轨迹,计算出稳定极限范围(Limits of Stability, LOS)值。其含义为患者能保持平衡的身体压力中心的最远距离,反映人体主动平衡功能。整个测试过程中,患者双足不能抬离测力板,且不能扶杆,否则重新足底定位及测量,连续测量 2 次,取其平均值^[7]。

1.4 统计学方法 所有资料均用 SPSS 16.0 统计软件进行统计学处理。计量资料用 $\bar{x} \pm s$ 表示,组内均数比较采用重复测量方差分析,组间均数比较采用 t 检

验。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

治疗 4 周后,2 组患者在睁眼和闭眼条件下的摆动有效面积、摆动路径长度、平均摆动速度值与治疗前比较均显著下降(均 $P < 0.05$);2 组间比较,在睁眼和闭眼条件下的平均摆动速度值无显著差异,但观察组摆动有效面积、摆动路径长度值均明显低于对照组(均 $P < 0.05$)。治疗后,2 组各方向 LOS 值均较治疗前显著增大(均 $P < 0.05$),且观察组高于对照组(均 $P < 0.05$)。见表 1,2。

表 1 2 组治疗前后身体压力中心移动测量结果比较 $\bar{x} \pm s$

组别	时间	项目	摆动有效面积 (mm ²)	摆动路径长度 (cm)	平均摆动速度 (cm/s)
观察组 (n=36)	治疗前	睁眼	211.28±10.79	59.86±8.21	1.20±0.32
		闭眼	431.71±12.64	109.75±9.61	1.89±0.67
	治疗后	睁眼	143.23±12.49 ^{ab}	36.14±7.75 ^{ab}	0.88±0.38 ^a
		闭眼	289.26±11.42 ^{ab}	63.44±9.15 ^{ab}	1.35±0.53 ^a
对照组 (n=35)	治疗前	睁眼	224.73±12.19	61.86±6.72	1.09±0.58
		闭眼	419.16±10.81	103.11±8.55	1.76±0.93
	治疗后	睁眼	182.61±12.49 ^a	42.15±7.22 ^a	0.97±0.64 ^a
		闭眼	342.26±15.47 ^a	80.18±6.75 ^a	1.36±0.69 ^a

与治疗前比较,^a $P < 0.05$;与对照组比较,^b $P < 0.05$

表 2 2 组患者治疗前后 LOS 值测量结果比较 mm², $\bar{x} \pm s$

组别	时间	左方	右方	前方	后方
观察组 (n=36)	治疗前	1291.1±103.5	1302.5±210.7	1810.2±123.9	726.2±19.6
	治疗后	3203.0±165.7 ^{ab}	3127.3±108.4 ^{ab}	4117.5±208.2 ^{ab}	1762.6±119.8 ^{ab}
对照组 (n=35)	治疗前	1314.4±112.4	1247.8±150.2	1796.4±146.1	694.6±25.4
	治疗后	2293.8±156.3 ^a	2439.2±124.4 ^a	3377.3±123.9 ^a	1249.5±131.4 ^a

与治疗前比较,^a $P < 0.05$;与对照组比较,^b $P < 0.05$

3 讨论

生理条件下,躯体平衡变化的信息由前庭器官感知,经前庭神经和前庭核传入小脑,小脑据此发出对躯体平衡的调节冲动,通过前庭脊髓束和网状脊髓束保持身体平衡^[8]。小脑卒中后,头部及骨盆的稳定性降低,躯干及四肢协调性下降,重心偏离中线,整个重心控制不良,从而出现姿态不稳,跌倒等平衡功能异常^[9]。

小脑卒中后的平衡训练,传统方法多为站立训练和运动控制等,但许多患者认为其既无趣味性,又无明确的目的性,导致训练的积极性和依从性下降^[10]。从而影响了训练的效果和效率。VR 是一种新兴的康复治疗技术,具有如下特点:可以提供多种治疗场景和刺激;可以根据患者的实际情况构建不同难度的康复训练虚拟环境;同样的场景和任务可以重复进行;提供实时反馈,提高患者对结果的知晓感;能给患者提供极富真实性的虚拟环境,增加任务的趣味性,提高患者参与

康复的积极性和主动性^[11]。

本研究显示,常规方法和VR技术对改善小脑卒中患者的平衡功能都有效;同时,与常规方法相比,使用VR技术训练后,小脑卒中患者的静态平衡功能指标(摆动有效面积、摆动路径长度)及稳定极限范围的改善更为显著。其机制可能是:①VR强化了感觉输入。维持平衡的一个重要因素是适当的视觉输入。有研究显示,在稳定的支撑面上,本体觉、前庭觉和视觉对平衡功能的权重影响分别为70%、20%和10%^[12]。Horlings等^[13]的研究提示,VR场景是一种视觉干扰,会降低姿势的稳定性。Yen等^[14]的研究显示,在本体感觉和视觉输入均不可靠的情况下,增加VR技术的平衡训练能够显著提高前庭觉信息的中枢组织和整合能力,从而提高患者的姿势稳定性。本研究中的高山滑雪等项目训练时,当视觉信息受到干扰后,患者为了调整、控制姿势,反射性地强化了姿势平衡的感觉补偿机制,同时重心左右移动时患者头部也需要跟随身体进行左右移动,可以强化前庭觉的刺激,从而改善了静态平衡功能。②VR提供双重任务训练并融合了强制运动疗法。本研究中患者使用汽车驾驶等训练项目时,其注意力需同时分配到姿势维持和跟踪目标两个方面;训练中的目标物在屏幕上出现的位置是随机的,即该项任务属于不定任务。这就意味着受训者的注意力要在两项任务间不停转换。有资料表明,不定双重任务的平衡训练效果要优于固定双重任务^[15]。滑雪绕障碍物等项目让患者主动运动,类似强制运动疗法的应用,而强制运动疗法可以提升患者的平衡功能^[16]。但VR凭借其良好的游戏性和娱乐性,患者训练时不会觉得枯燥,这又有别于强制运动疗法。③VR融合了视觉反馈和任务导向训练。VR技术中涉及到稳定极限训练(在限定的时间内重心移动到数个不同方向的显示屏上的目标)项目,融合了视觉反馈和任务导向两种元素。首先,VR为患者提供实时的视觉反馈,患者从屏幕上目标移动的轨迹可以获知自己重心的移动轨迹。增加的视觉信息可以帮助患者获知自身在空间里的定位及运动方向,对身体重心的视觉反馈可以让患者在静态和活动状态下整合躯体感觉和视觉信息^[17]。其次,该项训练为患者设置了具体的任务和目标,在完成过程中,患者不断得到结果的反馈,促使运动模式不断调整,形成优化的神经网络和运动程序,从而促进了平衡功能的提高^[18]。

综上所述,小脑卒中患者在VR的环境中进行康复训练,可以有效地提高平衡功能,主要与VR可以带来真实感觉反馈和增强神经系统功能的可塑性有关,其任务性训练和趣味性相结合,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,提高了患者训练的主动性和依从性,最终提高了康复训练的效率。

【参考文献】

- [1] 田沈, 桑得春, 苑之明. 脑卒中患者平衡功能的康复评定[J]. 中国康复理论与实践, 2003, 9(6): 330-331.
- [2] 袁霞, 董万利, 方湛, 等. 小脑卒中8例临床分析[J]. 中国血液流变学杂志, 2005, 15(4): 561-562.
- [3] 倪朝民, 傅佳, 刘成英, 等. 脑卒中患者的站立平衡与运动控制[J]. 现代康复, 1997, 1(6): 358-360.
- [4] Kim JH, Jang SH, Kim CS, et al. Use of virtual reality to enhance balance and ambulation in chronic stroke: A double-blind, randomized controlled study[J]. Am J Phys Med Rehabil, 2009, 88(9): 693-701.
- [5] Cho KH, Lee KJ, Song CH. Virtual-reality balance training with a video-game system improves dynamic balance in chronic stroke patients[J]. Tohoku J Exp Med, 2012, 228(1): 69-74.
- [6] 中华神经科学会、中华神经外科学会. 各类脑血管疾病诊断要点[J]. 中华神经科杂志, 1996, 29(6): 379-380.
- [7] 许惊飞, 王劲松, 宗慧燕, 等. 健康人的稳定极限重测信度研究[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2012, 34(3): 265-267.
- [8] 燕铁斌, 窦祖林. 实用瘫痪康复[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2010: 23-25.
- [9] Menz HB, Lord SR, Fitzpatrick RC, et al. A structural equation model relating impaired sensorimotor function, fear of falling and gait patterns in older people[J]. Gait Posture, 2007, 25(2): 243-249.
- [10] Gil-Gómez JA, Lloréns R, Alcaniz M, et al. Effectiveness of a Wii balance board-based system (eBaViR) for balance rehabilitation: a pilot randomized clinical trial in patients with acquired brain injury[J]. J Neuroeng Rehabil, 2011, 8(1): 30-39.
- [11] 孙然, 张通. 虚拟现实技术在脑卒中患者平衡功能康复的应用[J]. 中国康复理论与实践, 2014, 20(9): 37-40.
- [12] Peterka RJ, Loughlin PJ. Dynamic regulation of sensorimotor integration in human postural control[J]. J Neurophysiol, 2004, 91(1): 410-423.
- [13] Horlings CG, Carpenter MG, Küng UM, et al. Influence of virtual reality on postural stability during movements of quiet stance[J]. Neurosci Lett, 2009, 451(3): 227-231.
- [14] 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.
- [15] 肖春梅. 单项任务与双重任务条件下平衡训练提高老年人平衡能力比较研究[J]. 中国体育科技, 2012, 48(3): 100-103.
- [16] Srivastava A, Taly AB, Gupta A, et al. Post-stroke balance training: role of force platform with visual feedback technique[J]. J Neurol Sci, 2009, 287(1-2): 89-93.
- [17] Yavuzer G, Eser F, Karakus D, et al. The effects of balance training on gait late after stroke: a randomized controlled trial[J]. Clin Rehabil, 2006, 20(11): 960-969.
- [18] 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]. 中国康复医学杂志, 2013, 28(7): 643-644.