

虚拟现实训练技术对颅脑损伤患者认知功能恢复的疗效

江山, 李娅娜, 王一鸣, 徐影, 王会会, 李玲

【摘要】 目的:观察虚拟现实训练技术对颅脑损伤患者认知功能恢复的疗效。方法:选取60例颅脑损伤(TBI)患者,将其随机分为常规认知治疗组和虚拟现实治疗组,每组各30例,分别给予常规的认知训练和虚拟现实训练。治疗前、治疗2周时、治疗4周时以及治疗8周时分别对2组患者采用蒙特利尔认知功能评估量表(MoCA)、简明精神状态检查量表(MMSE)和日常生活能力(Barthel指数)进行评定。结果:治疗2周时,2组患者的MoCA评分较治疗前有所升高($P<0.05$),但MMSE评分、Barthel指数与治疗前无显著性差异($P>0.05$),2组患者间各项评分也无显著差异($P>0.05$)。治疗4周时,2组患者的MoCA评分、MMSE评分与Barthel指数较治疗前比较均显著增加($P<0.05$),但2组患者间无显著性差异。治疗8周时,2组患者的MoCA评分、MMSE评分与Barthel指数较治疗前显著增加($P<0.05$),此时,虚拟现实治疗组的MoCA评分、MMSE评分与ADL评分高于常规认知治疗组($P<0.05$)。结论:虚拟现实训练技术能够改善颅脑损伤患者的认知功能,同时提高患者的日常生活能力,是一种有效的认知康复手段。

【关键词】 虚拟现实训练;颅脑损伤;认知功能;日常生活能力

【中图分类号】 R49;R651.15 **【DOI】** 10.3870/zgkf.2019.09.001

Virtual reality training and recovery of cognition disorder after traumatic brain injury Jiang Shan, Li Yana, Wang Yiming, et al. The Fourth Medical Center of Chinese PLA General Hospital, Beijing 100048, China

【Abstract】 Objective: To detect the effect of virtual reality training on the cognition disorder after traumatic brain injury. **Methods:** Sixty patients with traumatic brain injury were divided into two groups: conventional cognition treatment group and virtual reality treatment group, 30 cases in each group. The conventional cognition treatment or virtual reality treatment was given to the two groups, respectively. Cognition ability and activity of daily living were evaluated before and 2, 4 and 8 weeks after treatment. **Results:** After 2 weeks of treatment, the cognition ability in both groups was significantly improved ($P<0.05$), while there was no significant change for the activity of daily living ($P>0.05$) and no significant difference was found between two groups. After 4 weeks of treatment, the cognition ability and activity of daily living were improved significantly when compared with those before treatment ($P<0.05$), and there was no significant difference between two groups. After 8 weeks of treatment, the cognition ability and activity of daily living were improved significantly ($P<0.05$). Moreover, the scores in cognition ability and activity of daily living in the virtual reality treatment group were significantly higher than those in the conventional cognition treatment group ($P<0.05$). **Conclusion:** The results suggest that the virtual reality treatment is effective to improve the cognition ability and activity of daily living in the patients with traumatic brain injury.

【Key words】 virtual reality treatment; traumatic brain injury; cognition ability; activity of daily living

近年来,随着地震、海啸、交通事故、楼房坍塌等天灾人祸的频繁发生,由此带来了一系列社会民生问题,其中颅脑损伤(trumatic brain injury, TBI)无疑成为

影响幸存者最为严重的身心问题^[1]。认知障碍是颅脑创伤患者最为常见的症状之一^[2-3],严重影响患者的生活质量,阻碍患者重返家庭、工作和社会。传统的康复认知训练方法人力物力耗费较大、治疗过程较单调、患者主动参与的积极性较差,训练强度和效果不易评估,同时训练内容不能与患者的日常生活紧密关联,使得训练效果不够理想^[4]。

虚拟现实技术(virtual reality, VR)是指借助于计算机技术及硬件设备,创建1种人们可以通过视、听、

基金项目:首都临床特色应用研究与成果推广项目(Z151100004015195);国家自然科学基金(81472168);北京市自然科学基金(7172208)

收稿日期:2018-12-17

作者单位:解放军总医院第四医学中心,北京 100048

作者简介:江山(1979-),男,副主任医师,主要从事神经康复方面的研究。

通讯作者:李玲, liling0519@126.com

触等手段所感受到的虚拟环境的计算机仿真技术^[5-6]。目前VR技术已经逐渐应用于临床,治疗脑损伤后的功能障碍^[7-10]。VR技术具有传统康复手段不具备的优势^[11],可以使患者与虚拟环境中的对象进行互动,提高主动参与的积极性,更为重要的是能够在虚拟环境中学到的技能很好地运用到现实环境中。但VR技术应用于TBI认知障碍的研究较少。由于TBI患者多为青壮年人群,因此恢复他们的认知功能使其重返家庭、社会和工作岗位因此意义显得尤为重大。因此本研究以存在认知障碍的TBI患者为研究对象,观察VR技术对TBI患者认知功能恢复的治疗效果,以期为此类患者找到1种新的行之有效的治疗方法。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取我院2015年5月~2018年5月收治的TBI患者。纳入标准:符合TBI诊断标准,并经CT或核磁共振证实的患者,发病在6个月以内;格拉斯哥昏迷评分(Glasgow coma scale, GCS) ≥ 9 分;年龄20~60岁;上肢及下肢均无严重开放性伤口,无严重畸形及活动受限;病情稳定,生命体征平稳;能配合治疗;患者或其监护人同意参加本试验。排除标准:除TBI外其他原因的疾病导致认知障碍;认知障碍严重者(简明精神状态检查量表(Mini-Mental State Examination, MMSE) ≤ 14 分);患者或其监护人要求退出临床试验;患者仍处于病情变化期,生命体征不平稳;孕妇。根据入组标准,共纳入患者60例,按随机数字表分为常规认知治疗组(coventional cognition treatment group, CCT组)和虚拟现实治疗组(virtual reality treatment group, VRT组),每组各30例。治疗期间,CCT组流失2例,自动退出1例,而VRT组流失1例,退出2例。最终样本共54例,2组均为27例。2组患者一般资料比较差异无统计学意义,具有可比性。详见表1。

1.2 方法 针对患者运动功能障碍,2组患者均采用相同的传统康复训练方法,包括体位变换,关节主被动活动,翻身、坐起训练,站立、行走训练等。经此基础上,CCT组和VRT组分别给予常规的认知训练和虚

拟现实训练。认知训练遵循个体化原则,常规认知训练组方法如下:①注意力障碍训练:包括数字排序、舒尔特表注意力训练、视线跟踪训练等。主要训练患者的注意力反应时间,注意力稳定性、注意力转移、注意力分配等。②记忆障碍训练:采用外部辅助策略以及内部重建策略进行训练。包括采用提示卡片、日历强化记忆,看图说话、看视频复述内容等训练方法。③计算力训练:包括做算术题、累加累减等。④执行能力训练:比如将图片分类、推理训练、图画排序等。⑤作业治疗:锻炼患者手部精细功能,执行功能。常规认知训练40~60min/次,1次/d,5次/周,训练8周。

虚拟现实训练方法:采用D-BOX和ReoFlex100虚拟现实训练系统(蝶和科技有限公司)进行训练。具体方法如下:患者面对患观屏,取坐位或站位;治疗师点击处方界面,治疗师可以根据患者的认知功能障碍特点以及改善程度选择不同的训练模式(训练类别、难易程度等),根据患者的职业、功能、兴趣爱好等选择3个游戏,每个游戏10~15min,每个游戏中间休息1~2min。训练结束后进入分析界面后,可体现患者训练情况的完整变化图。常用训练模式有如下几种:①公共汽车:模拟乘坐公共汽车环境,患者站立,通过重心转移,保持平衡,同时需要躲避障碍物,主要训练患者的注意力、运动功能,同时锻炼患者的平衡功能。②搬运物体:患者通过虚拟操作,搬运流水线上的各种物体,并将其归类。主要训练患者的执行能力,注意力,同时锻炼患者上肢的运动功能。③接椰子:患者通过移动患侧上肢,接树上的椰子,并进行计数。主要训练患者的眼手协调能力、计算力。④躲避训练:模拟患者生活区域,躲避各种障碍物。主要锻炼患者的平衡能力、注意力、协调能力。⑤分类训练:将显示屏中出现的各类家用物品进行分类,并进行组装。主要针对患者手部精细功能以及执行功能进行训练。虚拟现实训练40min/次,1次/d,5次/周,训练8周。

1.3 评定标准 于治疗前、治疗后2周、4周和8周时由同一康复评定师对患者进行评定。内容包括如下几个评定量表:Fugl-Meyer运动功能评定量表(Fugl-Meyer Assessment, FMA)^[12]、蒙特利尔认知功能评估量表(Montreal Cognitive Assessment, MoCA)^[13]、

表1 2组患者干预前一般资料比较

组别	n	性别(例)		年龄(岁, $\bar{x} \pm s$)	病程(d, $\bar{x} \pm s$)	受教育程度(年, $\bar{x} \pm s$)	GCS(分, $\bar{x} \pm s$)	MMSE(分, $\bar{x} \pm s$)
		男	女					
CCT组	27	12	11	50.12 \pm 6.32	99.56 \pm 21.48	13.25 \pm 2.17	11.78 \pm 1.65	16.01 \pm 1.88
VRT组	27	11	12	51.46 \pm 4.98	98.56 \pm 30.24	12.55 \pm 2.36	12.23 \pm 2.01	16.53 \pm 2.01

简明精神状态检查量表(Minimum Mental State Examination, MMSE)以及日常生活能力评定(Barthel指数)^[13-14],分别评定患者的运动功能、认知功能和日常生活能力。

1.4 统计学方法 采用 SPSS 17.0 统计软件进行分析。计量资料均以 $\bar{x} \pm s$ 表示均数间比较采用 *t* 检验。以 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 2组患者 MoCA 及 MMSE 评分比较 治疗前, 2组 MoCA 及 MMSE 评分比较差异无统计学意义。治疗 2 周时, 2组患者的 MoCA 评分较治疗前有所升高($P < 0.05$), MMSE 较治疗前比较差异无统计学意义。2组患者间 2项评分差异无统计学意义; 治疗 4 及 8 周时, 2组患者的 MoCA、MMSE 评分均较治疗前明显增加($P < 0.05$), 治疗 4 周后, 2组患者间差异无统计学意义; 治疗 8 周时, VRT 组的 MoCA 评分与 MMSE 评分均显著高于 CCT 组($P < 0.05$)。见表 2。

2.2 2组患者 Fugl-Meyer 运动功能评分比较 治疗前, 2组间 FMA 评分差异无统计学意义。治疗 2 及 4 周时, 2组患者的 FMA 评分有所增高($P < 0.05, 0.01$), 但 2组间无统计学意义($P > 0.05$)。而治疗 8 周时, VRT 组的 FMA 评分高于 CCT 组($P < 0.01$)。见表 3。

2.3 2组患者日常生活能力比较 治疗前, CCT 组和 VRT 组患者的 Barthel 指数无显著性差异; 治疗 2 周时, 2组患者的 Barthel 指数与治疗前比较及 2组间比较差异均无统计学意义; 而治疗 4 周时, 2组患者 Barthel 指数则均高于治疗前($P < 0.01$), 但 2组患者间

差异无统计学意义; 而治疗 8 周时, VRT 组的 Barthel 指数明显高于 CCT 组($P < 0.01$)。见表 3。

3 讨论

颅脑损伤是指一类由外伤导致脑组织严重损害的疾病, 具有高发病率、高致残率的特点, 目前已经成为影响人类健康的首要原因之一。虽然颅脑损伤的总体死亡率由 30 年前的 50% 降低至目前的 30% 左右, 但是存活的患者中, 轻度损伤患者 10% 会遗留永久残疾, 而中重度患者可达到 60%~100%^[15]。而认知障碍则是造成 TBI 永久残疾的重要原因^[16]。TBI 后认知障碍可以表现为记忆障碍、注意障碍、执行功能障碍、思维障碍等多种形式, 极为严重地影响了患者的生活质量。虽然目前临床上治疗 TBI 后认知功能障碍的方法很多^[16], 例如各种药物治疗, 各种经典康复治疗方法等, 但是, 疗效都较一般。

VR 技术应用于康复的理念最早由 Wanna 和 Turnbull 提出^[17]。近年来, 随着人机交互技术的发展, VR 逐渐被应用于脑损伤后功能障碍的治疗。目前, 在国内外的病例研究中, VR 技术运用最多的是脑损伤后运动功能的康复。例如, 顾莹等^[18]使用 VR 技术训练系统对脑卒中患者进行肢体功能训练, 进行对照研究, 结果显示 VR 技术能够显著改善脑卒中患者的上肢功能。梁明等^[19]则联合 VR 技术与外骨骼臂辅助系统治疗脑卒中后上肢功能障碍, 该研究针对患者的实际应用设计了各种虚拟场景。结果表明, VR 技术能显著改善患者的上肢功能, 同时能够提高患者的日常生活能力。而肖湘等^[20]利用 VR 技术进行步态训练, 结果同样表明, VR 技术能改善患者的步态和

表 2 2组患者 MoCA 和 MMSE 评分治疗前后比较

分, $\bar{x} \pm s$

组别	项目	治疗前	治疗后		
			2 周	4 周	8 周
CCT (n=30)	MoCA	15.83±3.15	18.98±2.03 ^a	20.22±2.01 ^b	21.31±3.33 ^b
	MMSE	16.01±1.88	17.38±2.67	19.60±3.24 ^a	20.19±1.59 ^b
VRT (n=30)	MoCA	15.45±2.61	18.20±1.06 ^a	21.89±1.61 ^b	24.98±2.84 ^{bc}
	MMSE	16.53±2.01	18.01±3.11	20.41±1.75 ^b	23.81±1.61 ^{bc}

与治疗前比较, ^a $P < 0.05$, ^b $P < 0.01$; 与 CCT 组比较, ^c $P < 0.01$

表 3 2组患者 Fugl-Meyer 运动功能评分比较

分, $\bar{x} \pm s$

组别	n	项目	治疗前	治疗后		
				2 周	4 周	8 周
CCT	30	FMA	66.23±4.71	70.19±6.79 ^a	73.56±4.12 ^b	81.29±4.12 ^b
		Barthel 指数	51.26±6.18	52.71±7.09	60.19±4.99 ^b	65.91±5.23 ^b
VRT	30	FMA	65.55±6.28	69.28±5.38 ^a	75.21±6.08 ^b	85.01±6.51 ^{bc}
		Barthel 指数	50.45±7.19	52.34±5.55	61.28±5.81 ^b	71.44±6.12 ^{bc}

与治疗前比较, ^a $P < 0.05$, ^b $P < 0.01$; 与 CCT 组比较, ^c $P < 0.01$

平衡功能。国外也有类似的研究^[21-22]。

VR 技术对认知功能的影响,大多集中于对阿尔兹海默病后认知障碍的作用^[23]。所以在本研究中,我们探讨了 VR 技术对于 TBI 后认知障碍的疗效。在本研究中,我们发现,VR 技术能够改善 TBI 患者的认知功能。在治疗 4 周时,与常规康复治疗方法无显著性差异,但治疗 8 周时,VRT 组认知功能、运动功能和日常生活能力都较 CCT 组得到显著提高。这说明,VR 的长期疗效要优于常规认知治疗方法。在本研究中,由于 VR 治疗方案的选择与患者的职业、家庭特征相关联,具有个性化的特征,同时与运动功能的训练紧密结合,因此,本研究中,2 组患者虽然采用了同样的运动训练方法,但 VR 组的运动功能恢复要优于常规认知训练组。这也是 VR 能够显著改善 TBI 患者日常生活能力的原因,这也是 VR 技术优于常规认知方法的优势之一。

在本研究中,我们选择了 MMSE 与 MoCA 量表作为认知功能评估的工具。这是因为,MMSE 量表具有快速、方便,受试者配合度高的特点,并且对患者的受教育程度要求不高,而且在我国具有大样本的常模^[13]。而 MoCA 量表的优势在于对认知障碍程度更为敏感,同时涵盖的认知域更广泛、全面,分值分配更合理,此外,还需要患者具有一定的文化水平^[13]。因此在本研究中,治疗 2 周时,就能通过 MoCA 量表发现 2 组患者认知功能有所改善。所以本研究中将 2 种量表联合使用,能相互弥补两种量表的缺点,提高了认知评估的准确性,更加真实地反应患者的认知功能。

总之,本研究通过随机对照研究发现,VR 技术能够改善 TBI 患者的认知功能,运动功能及日常生活能力。

【参考文献】

- [1] Plaschke K, Hauth S, Jansen C, et al. The influence of preoperative serum anticholinergic activity and other risk factors for the development of postoperative cognitive dysfunction after cardiac surgery[J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2013, 145(3):805-811.
- [2] Sivanandam TM, Thakur MK. Traumatic brain injury: a risk factor for Alzheimer's disease[J]. *Neurosci Biobehav Rev*, 2012, 36(5):1376-1381.
- [3] 郭章,康德智. 创伤性脑损伤后认知障碍发生机制的研究进展[J]. *中华神经医学杂志*, 2009, 8(6):637-639.
- [4] 赵雅宁,杨芳,郝正玮,等. 虚拟现实技术联合康复机器人训练对脑梗死偏瘫患者运动功能及事件相关电位的影响研究[J]. *中国全科医学*, 2015, 18(24):2907-2910.
- [5] Badash I, Burt K, Solorzano CA, et al. Innovations in surgery simulation: a review of past, current and future techniques[J]. *Ann Transl Med*, 2016, 4(23):453.
- [6] Agha RA, Fowler AJ. The role and validity of surgical simulation[J]. *Int Surg*, 2015, 100(2):350-357.
- [7] Kim JH. Effects of avirtual reality video game exercise program on upper extremity function and daily living activities in stroke patients[J]. *J Phys Ther Sci*, 2018, 30(12):1408-1411.
- [8] Goncalves MG, Piva MFL, Marques CLS, et al. Effects of virtual reality therapy on upper limb function after stroke and the role of neuroimaging as a predictor of a better response[J]. *Arq Neuropsiquiatr*, 2018, 76(10):654-662.
- [9] Trombetta M, Bazzanello Henrique PP, Brum MR, et al. Motion Rehab AVE 3D: A VR-based exergame for post-stroke rehabilitation[J]. *Comput Methods Programs Biomed*, 2017, 151(11):15-20.
- [10] Tobler-Ammann BC, Surer E, Knols RH, et al. User Perspectives on Exergames Designed to Explore the Hemineglected Space for Stroke Patients With Visuospatial Neglect: Usability Study[J]. *JMIR Serious Games*, 2017, 5(3):e18.
- [11] 马宏霞. 基于虚拟现实技术的运动康复应用研究[J]. *中国老年医学杂志*, 2010, 30(12):1630-1631.
- [12] 许光旭,高晓阳,陈文红. Fugl-Meyer 运动功能评分的敏感性及实用性[J]. *中国康复*, 2001, 16(1):18-19.
- [13] 甘露,刘涛,王淑华,等. 中文版简明精神状态量表与蒙特利尔认知评估量表临床应用进展[J]. *中国康复医学杂志*, 2017, 32(7):842-845.
- [14] Weber KT, Guimares VA, Pontes Neto OM, et al. Predictors of quality of life after moderate to severe traumatic brain injury[J]. *Arq Neuropsiquiatr*, 2016, 4(5):409-415.
- [15] 张皓,张小年,芦海涛,等. 创伤性颅脑损伤的预后影响因素[J]. *中国康复理论与实践*, 2005, 11(12):989-990.
- [16] 高峰. 创伤性脑损伤的认知康复治疗[J]. *医学与哲学(临床决策论坛版)*, 2011, 32(11):81.
- [17] Wann JP, Turnbull JD. Motor skill learning in cerebral palsy: movement, action and computer-enhanced therapy[J]. *Baillieres Clin Neurol*, 1993, 2(1):15-28.
- [18] 顾莹,田利华,陈红. 虚拟现实训练系统和康复作业治疗在偏瘫患者上肢功能障碍中的应用[J]. *中国康复医学杂志*, 2011, 26(06):579-581.
- [19] 梁明,窦祖林,王清辉,等. 虚拟现实技术在脑卒中患者偏瘫上肢功能康复中的应用[J]. *中国康复医学杂志*, 2013, 28(2):114-118.
- [20] 肖湘,毛玉蓉,赵江莉,等. 虚拟现实同步减重训练对脑梗死患者步态对称性及神经网络的影响[J]. *中国康复医学杂志*, 2013, 28(12):1104-1108.
- [21] 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.
- [22] Fritz SL, Peters DM, Merlo AM, et al. Active video-gaming effects on balance and mobility in individuals with chronic stroke: a randomized controlled trial[J]. *Top Stroke Rehabil*, 2013, 20(3):218-225.
- [23] Hofmann M, Rslar A, Schwarz W, et al. Interactive computer-training as a therapeutic tool in Alzheimer's disease[J]. *Compr Psychiatry*, 2003, 44(3):213-219.