

# 虚拟现实技术结合作业疗法对痉挛型偏瘫脑瘫患儿上肢功能康复的影响

胡继红 张惠佳 罗卫红 郭春光 周平秋 刘月余 谭亚琼

**【摘要】 目的** 观察虚拟现实(VR)技术结合作业疗法对痉挛型偏瘫脑瘫患儿上肢功能康复的影响。**方法** 将 38 例痉挛型偏瘫脑瘫患儿按随机数字表法分为治疗组和对照组,治疗组 18 人,对照组 20 人。2 组患儿患侧上肢均接受常规作业治疗,治疗组在此基础上辅以 VR 技术治疗,每次 30 min,每周 6 次,共 3 月。治疗前、治疗 3 个月后(治疗后)对 2 组患儿进行评定,采用 peabody 运动发育量表-2(PDMS-2)中的精细运动发育商(FMQ)、Caroll 手功能评定量表和日常生活活动(ADL)量表对 2 组患儿的上肢功能进行评定。**结果** 治疗前,2 组患儿间 FMQ、患手 Caroll 手功能和 ADL 评分间比较,差异无统计学意义( $P>0.05$ )。治疗后,2 组患儿 FMQ、患手 Caroll 手功能和 ADL 评分均较组内治疗前改善,差异有统计学意义( $P<0.05$ )。与对照组治疗后比较,治疗组 FMQ[(79.65±4.10)分]、患手 Caroll 手功能[(25.65±8.41)分]和 ADL 评分[(47.25±5.50)分]较为优异,差异有统计学意义( $P<0.05$ )。**结论** VR 技术联合作业训练较单一作业训练治疗痉挛型偏瘫患儿的疗效好,可更好地改善患肢上肢功能和 ADL 能力。

**【关键词】** 虚拟现实技术; 作业疗法; 脑瘫

**基金项目:**湘发改高技(2012-1493)

**Virtual reality technology can supplement occupational therapy in improving the upper extremity motor function of children with cerebral palsy** Hu Jihong, Zhang Huijia, Luo Weihong, Guo Chunguang, Zhou Pingqiu,

Liu Yueyu, Tan Yaqiong. Rehabilitation Center of Hunan Children's Hospital, Changsha 410007, China

Corresponding author: Hu Jihong, Email: 1211584458@qq.com

**【Abstract】 Objective** To observe the effect of combining virtual reality technology with occupational therapy in treating children with spastic hemiplegia resulting from cerebral palsy. **Methods** Thirty-eight spastic and hemiplegic children with cerebral palsy were randomly divided into a treatment group ( $n=18$ ) and a control group ( $n=20$ ). Both groups received occupational therapy, while the treatment group was additionally provided with virtual reality-based treatment. The sessions lasted 30 min, 6 times a week for 3 months. Before and after the treatment the upper extremity motor function of both groups was assessed using the fine motor quotients of the Peabody developmental motor scale, the Caroll hand function scale and a activities of daily life scale. **Results** Before the treatment there was no significant difference between the two groups in terms of any of the measurements. After the 3 months, significant improvement was observed in both groups, but the improvement of the treatment group was significantly greater than that of the control group. **Conclusion** Virtual reality technology can further improve the motor function of the upper extremities and ability in the activities of daily life beyond that achievable through occupational therapy alone.

**【Key words】** Virtual reality technology; Occupational therapy; Cerebral palsy

**Fund program:** High-tech Foundation of the Hunan Development and Reform Commission (grant 2012-1493)

痉挛型偏瘫是常见的脑性瘫痪类型之一,患者一般步行能力恢复良好,主要遗留单侧上肢功能障碍<sup>[1-2]</sup>。偏瘫患儿由于患侧上肢肌张力增高、肌力下降、主动和被动关节活动度减小,导致手的基本功能出现障碍,且偏瘫患儿在日常生活中常使用健侧上肢,导致患侧上肢发育性不用及忽略,严重阻碍了患侧上肢运动机能的发育<sup>[3]</sup>。

虚拟现实(virtual reality, VR)是指用计算机生成的一种特殊环境,人可以通过使用各种特殊装置将自己“投射”到这个环境中,并操作和控制环境,实现特殊的目的。VR 技术已经被广泛应用于康复治疗的多个层面,在注意力缺陷、空间感知障碍、记忆障碍等认知功能障碍的康复治疗,及运动不能、平衡协调性差和舞蹈症等运动障碍的康复治疗等方面都取得了很好的疗效<sup>[4]</sup>。传统的作业疗法可针对性地改善患肢的肌张力、提高肌力和手的操作能力。本研究采用 VR 技术联合作业疗法治疗偏瘫型脑性瘫痪上肢功能障碍患

儿,取得了满意疗效,现报道如下。

## 资料与方法

### 一、研究对象

纳入标准:①符合痉挛型偏瘫脑性瘫痪的诊断标准<sup>[5]</sup>;②年龄 3~6 岁,能理解和执行简单指令(Gesell 发育量表评定智商>70 分);③患侧上肢至少伸腕 10°,拇指掌侧或桡侧外展 10°,其余 4 指中任意 2 指的掌指和指间关节可以伸 10°;④手部感觉功能完整<sup>[6]</sup>;⑤无其他限制活动的合并症;⑥患儿家长同意并签署知情同意书。选取 2013 年 1 月至 2013 年 6 月在我院康复中心接受治疗的脑瘫偏瘫患儿 38 例作为研究对象,按照随机数字表法将其分为治疗组和对照组,治疗组 18 人,对照组 20 人。2 组患儿性别、年龄、病程、Gesell 测试评分及偏瘫侧别等一般资料比较,差异无统计学意义( $P>0.05$ ),具有可比性,详见表 1。

表 1 2 组患儿一般资料比较

组别	例数	年龄 (岁, $\bar{x}\pm s$ )	性别(例)		病程 (年, $\bar{x}\pm s$ )
			男	女	
治疗组	18	4.5±1.2	12	6	4.5±1.2
对照组	20	4.6±1.1	14	6	4.6±1.1

  

组别	例数	偏瘫侧别(例)		Gesell 评分 (分, $\bar{x}\pm s$ )
		左	右	
治疗组	18	11	7	82.6±4.5
对照组	20	11	9	83.5±5.1

### 二、治疗方法

2 组患儿均接受作业疗法等综合康复训练治疗。所有患儿在治疗期间遵循强制性诱导训练的指导原则,使用无指手套或袜套限制患儿健侧上肢(每日 3 h),诱导、鼓励和强化训练患侧肢体。

1. 作业疗法:根据患儿年龄和手功能水平及其兴趣制订相应的治疗计划,鼓励和诱导患儿使用患侧上肢进行重复练习。训练内容包括:①患手的感知觉训练——不同质地、不同形状、不同大小物品的感知;②患侧上肢和手的肌力提高训练——磨砂板、重力锤、橡皮筋格网等;③手的抓握操作训练——堆积木、套圈、拼图、拔插木钉、捏橡皮泥等;④手的精细操作能力训练——对指捏小物品等;⑤双手的协调操作训练——如抛接球、穿珠、拧毛巾、系纽扣等。训练治疗以一对一方式进行,每次 30 min,每日 1 次,每周 6 d,共 12 周,同时指导家长在家庭日常生活中鼓励使用患手,包括抛球、推椅、持调羹舀豆子、拧毛巾等。

2. VR 训练:本研究采用怡普乐体感互动康复训练系统(北京凯瑞乐),是一种桌面式 VR 技术生物反馈系统,其组成包括显示器、系统控制器、康复训练程序和动作传感器(感应手套、软棒、纸网和保龄球),可供选择的程序模块有肩关节外展(芝麻开门)、肩关节

前屈(保龄球)、手抓握训练(摘桃)、前臂旋后训练(捞金鱼)、手功能综合训练、双手协调操作(操作软棒、垫球)。根据患儿的上肢功能障碍情况,选择 3~4 个模块进行训练,操作训练时患儿患手佩戴动作传感器,患儿手的动作会在显示器上有对应显示,训练治疗时有语音和视频提示,根据动作完成情况会有奖励画面出现。训练治疗每日 1 次,每次 30 min,每周 6 d,共 12 周。

### 三、评定方法

治疗前、治疗 12 周后(治疗后)对 2 组患儿进行功能评定。采用 Peabody 运动发育量表(Peabody developmental motor scales, PDMS-II)<sup>[7]</sup>之精细运动发育商(fine movement quotient, FMQ)评估患儿的双上肢精细操作能力;采用 Caroll 手功能评定量表<sup>[8]</sup>评估患侧上肢的手功能;使用日常生活活动(activities of daily living, ADL)量表<sup>[8]</sup>对患儿进行 ADL 能力的评定。所有的评估均由 1 名固定的康复评估师进行,鼓励患儿发挥最佳水平。

### 四、统计学分析

采用 SPSS 17.0 版统计学软件进行分析,所有数据均需进行正态分布及方差齐性检验,组内比较采用  $t$  检验,组间比较采用方差分析, $P<0.05$  表示差异有统计学意义。

## 结 果

治疗前,2 组患儿间 FMQ、患手 Caroll 手功能和 ADL 评分间比较,差异无统计学意义( $P>0.05$ )。治疗后,2 组患儿 FMQ、患手 Caroll 手功能和 ADL 评分均较组内治疗前改善,差异有统计学意义( $P<0.05$ )。与对照组治疗后比较,治疗组 FMQ、患手 Caroll 手功能和 ADL 评分较为优异,差异有统计学意义( $P<0.05$ )。详见表 2。

表 2 2 组患儿治疗前、后 FMQ、患手 Caroll 手功能及 ADL 评分比较(分,  $\bar{x}\pm s$ )

组别	例数	FMQ 评分	患手 Caroll 手功能评分	ADL 评分
治疗组				
治疗前	18	66.70±6.87	14.85±5.73	36.50±4.61
治疗后	18	79.65±4.10 <sup>ab</sup>	25.65±8.41 <sup>ab</sup>	47.25±5.50 <sup>ab</sup>
对照组				
治疗前	20	67.45±7.58	14.10±6.50	35.75±6.38
治疗后	20	74.30±6.27 <sup>a</sup>	20.45±7.25 <sup>a</sup>	40.25±5.85 <sup>a</sup>

注:与组内治疗前比较,<sup>a</sup> $P<0.05$ ;与对照组治疗后比较,<sup>b</sup> $P<0.01$

## 讨 论

痉挛型偏瘫儿童一般具有较好的步行能力,但患手的功能障碍,如不能书写、修饰或姿势不良等,则会

影响其学习、社交及自信心的建立<sup>[9]</sup>。偏瘫患儿由于患侧上肢肌张力增高、肌力下降、主动和被动关节活动度减小及感觉障碍等原因,导致手的基本功能如抓握、放开、伸手、指物及操作各种物品的能力出现障碍。

在儿童中开展作业治疗的主要目的是提高其作业活动能力、促进认知发育,进而促进脑发育,减少或减轻残疾(功能障碍)或残障(社会参与)发生。小年龄段儿童作业治疗的内容主要是感知、认知、交流和手功能训练,学龄前和学龄期患儿在此基础上还要注重日常生活动作训练。本研究针对偏瘫脑瘫患儿上肢感觉障碍、肌力差、手指抓握能力差等问题,设置了感知觉训练、肌力提高训练、抓握训练、精细对捏训练和双手协调操作等作业训练,需要注意的是,在实际训练过程中还需根据患儿的功能状态和其接受训练配合的程度酌情调整训练方案,激发其兴趣,要求主动参与。

VR 运用计算机和专业的软硬件显现仿真环境,实现在视、听、触、动觉等方面的虚拟互动和反馈,使用者可以在虚拟环境中完成可控的功能性运动和操作,达到功能重建目的<sup>[10]</sup>。VR 技术可以提供有意义的任务性训练与精确的感觉回馈,确保受试者拥有真实且安全的训练环境,并包含重复练习、成绩反馈和动机维持等关键要素<sup>[11]</sup>。根据患儿的心理状态和病情需要,医生可以选择相应的康复训练场景和任务导向式康复作业,以多种反馈形式激发和维持患儿重复练习的主动性,达到传统训练中无法实现的康复效果<sup>[12]</sup>。

研究发现,进行 VR 训练的患儿在完成抓握动作时,功能性磁共振成像(functional magnetic resonance imaging, fMRI)显示相应的脑部感觉运动皮质激活区域体积增加,但单纯进行前臂旋前或旋后运动时激活的感觉运动皮质区域体积无显著变化,提示患儿运动能力的提高可能并不是依靠脑部受损区域皮质的功能恢复,而更多是依靠损伤部位周围正常皮质间的功能重组<sup>[13]</sup>。研究发现,发病 3 个月以上的脑卒中患儿接受 VR 训练 2 周后,所有受试者的上肢功能都有明显提升,上肢主、被动关节活动度均有增加<sup>[14]</sup>。

利用 VR 技术设置的模拟真实生活场景,让患儿在虚拟环境中跟随计算机 3D 数字图像的指导进行康复训练,指导患儿将自己化身到虚拟环境中,成为虚拟环境中的一员,完成计算机提出的指令。依据患儿的病情程度,设置不同的难易程度及训练部位,增加训练的趣味性,发挥出患儿康复的主观能动性。有研究发现,运用儿童交互治疗系统对 5 名上肢运动障碍儿童进行 3 周的康复训练,训练后患儿患侧手的伸展、抓握、释放等动作完成的数量更多、更快,肢体活动的范围更大<sup>[15]</sup>。儿童康复治疗的难点之一,是患儿的主动配合性较差,故在治疗中融入游戏活动可增强训练的

趣味性、调动患儿训练的积极性。本研究中的虚拟康复训练项目以游戏方式呈现给患儿,让其在愉快的游戏氛围中进行康复训练,视觉反馈及时、准确,完成项目后给予动画奖励进一步增加了趣味性。单侧上肢或双侧上肢均可进行虚拟康复游戏,本研究训练过程中以患侧上肢强化训练为主,也注意加强双手的协调操作训练,有效改善了患儿患侧上肢的抓握功能,提高了其双手协调操作能力和 ADL 能力。

Carroll 上肢功能评定量表是由美国巴尔的摩大学康复医学部 Douglas Carroll 博士研究制订,是综合评价上肢功能的有效测试方法之一<sup>[16]</sup>。Carroll 上肢功能测试能较全面地检查手圆柱状抓握、三指(拇、食、中)抓握、侧捏(钥匙捏)、拇指与其他各指的对捏、运用上肢放置物体、前臂的旋前和旋后以及书写等能力。目前,在手外科术后多采用上肢功能试验评价异体手移植后的效果<sup>[17]</sup>。有学者研究上肢功能试验的信度,结果显示在脑损伤导致的上肢功能障碍成人患者中,上肢功能试验的再测信度高度稳定,提示可以有效评测中枢性损伤所致的手功能障碍<sup>[18-20]</sup>。何璐等<sup>[21]</sup>利用等级间相关系数检验上肢功能试验的信度(评定者间信度),结果显示其在痉挛型偏瘫儿童人群中具有较高的评定者间信度,提示其可以考虑应用于痉挛型偏瘫儿童人群中。阳伟红等<sup>[22]</sup>在脑瘫偏瘫患者中用 PDMS-2 和 Carroll 双上肢功能评定量表对精细运动进行评估,结果显示 PDMS-2 抓握原始分、视觉-整合原始分和 Carroll 双上肢功能评定分在健手和患手均具有显著的相关性。本研究使用 Carroll 双上肢功能评定量表对患侧上肢进行治疗前、后的疗效对比评估,发现其能较灵敏客观地反映患侧上肢的功能改善情况,值得临床推广。

综上所述,VR 技术结合作业疗法可显著改善脑瘫偏瘫患儿的上肢功能和 ADL 能力,其治疗机制考虑为中枢神经系统的“神经可塑性”,中枢神经系统具有结构和功能重组的能力,环境是影响神经可塑性及功能恢复的重要因素,在丰富环境中,脑皮质增厚,大量轴突和细胞体产生<sup>[23-24]</sup>。虚拟系统提供丰富的环境刺激,包括声刺激、光刺激、空间 3D 感觉、场景转换、色彩变换等,从而促进神经功能的恢复<sup>[25]</sup>。因此,推荐在儿童康复治疗过程中引入 VR 技术,增加训练乐趣,提高训练疗效。

## 参 考 文 献

- [1] Gorter JW, Rosenbaum PL, Hanna SE, et al. Limb distribution, motor impairment, and functional classification of cerebral palsy[J]. Dev Med Child Neurol, 2004, 46(7): 461-467.
- [2] Eliasson AC, Forssberg H, Hung YC, et al. Development of hand function and precision grip control in individuals with cerebral palsy: a 13-year follow-up study[J]. Pediatrics, 2006, 118(4): 1226-1236.

- [3] Charles J, Gordon AM. A critical review of constraint-induced movement therapy and forced use in children with hemiplegia[J]. *Neural Plast*, 2005,12(2-3):245-261.
- [4] 李红玲.虚拟现实技术及其在康复医学中的应用进展[J].*中华物理医学与康复杂志*, 2013, 35(5):414-416. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2013.05.027.
- [5] 陈秀洁, 李树春. 小儿脑性瘫痪的定义、分型和诊断条件[J].*中华物理医学与康复杂志*, 2007, 29(5):309.
- [6] 邱晒红, 徐开寿. 强制性使用运动疗法结合作业治疗对偏瘫型脑瘫患儿手功能的影响[J].*中国康复医学杂志*, 2011, 26(2):167-169. DOI: 10.3969/j.issn.1001-1242.2011.02.020.
- [7] 李明, 黄真, 译. Peabody 运动发育量表(上册)[M]. 北京: 北京大学医学出版社, 2006: 39.
- [8] 中华人民共和国卫生部医政司. 中国康复医学诊疗规范(上册)[M]. 北京: 华夏出版社, 1998: 64.
- [9] 徐开寿, 麦坚凝. 脑性瘫痪的诊断、评价与治疗[J]. *实用儿科临床杂志*, 2010, 25(12):950-952.
- [10] Burdea GC. Virtual rehabilitation--benefits and challenges[J]. *Methods Inf Med*, 2003, 42(5):519-523.
- [11] 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. DOI: 10.1016/j.pmr.2009.12.007.
- [12] Kenyon RV, Leigh J, Keshner EA. Considerations for the future development of virtual technology as a rehabilitation tool[J]. *J Neuroeng Rehabil*, 2004, 1(1):13.
- [13] Takahashi CD, Der-Yeghiaian L, Le V, et al. Robot-based hand motor therapy after stroke[J]. *Brain*, 2008, 131(2):425-437.
- [14] Mouawad MR, Doust CG, Max MD, et al. Wii-based movement therapy to promote improved upper extremity function post-stroke: a pilot study[J]. *J Rehabil Med*, 2011, 43(6):527-533. DOI: 10.2340/16501977-0816.
- [15] Wille D, Eng K, Holper L, et al. Virtual reality-based paediatric interactive therapy system (PITS) for improvement of arm and hand function in children with motor impairment--a pilot study[J]. *Dev Neurorehabil*, 2009, 12(1):44-52. DOI: 10.1080/17518420902773117.
- [16] Carroll D. A quantitative test of upper extremity function[J]. *J Chron Dis*, 1965, 18(1):479-491.
- [17] 夏霆, 郑小飞, 裴国献, 等. 用 Carroll 法评价异体移植手的功能[J].*中华手外科杂志*, 2001, 17(1):44-45. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1005-054X.2001.z1.020.
- [18] 黄东锋, 陈少贞, 欧海宁. 上肢功能测试方法的研究[J]. *中国康复*, 1995, 9(4):172-173.
- [19] Popovic DB, Popovic MB, Sinkjaer T, et al. Therapy of paretic arm in hemiplegic subjects augmented with a neural prosthesis: a crossover study[J]. *Can J Physiol Pharmacol*, 2004, 82(8-9):749-756.
- [20] Sheng B, Lin M. A longitudinal study of functional magnetic resonance imaging in upper-limb hemiplegia after stroke treated with constraint-induced movement therapy[J]. *Brain Inj*, 2009, 23(1):65-70. DOI: 10.1080/02699050802635299.
- [21] 何璐, 徐开寿, 邱晒红, 等. Carroll 上肢功能试验在痉挛型偏瘫儿童中的信度研究[J]. *中国康复医学杂志*, 2011, 26(9):822-825. DOI: 10.3969/j.issn.1001-1242.2011.09.007.
- [22] 阳伟红, 王跑球, 杨永. Carroll 双上肢功能评定和 Peabody 运动发育量表-2 中精细动作在偏瘫型脑瘫患儿中的有效性研究[J]. *中国康复理论与实践*, 2012, 18(4):357-359. DOI: 10.3969/j.issn.1006-9771.2012.04.013.
- [23] Kelly C, Foxe JJ, Garavan H. Patterns of normal human brain plasticity after practice and their implications for neurorehabilitation[J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 2006, 87(12):20-29.
- [24] Duffau H. Brain plasticity: from pathophysiological mechanisms to therapeutic applications[J]. *J Clin Neurosci*, 2006, 13(9):885-897.
- [25] Liepert J, Bauder H, Wolfgang HR, et al. Treatment-induced cortical reorganization after stroke in humans[J]. *Stroke*, 2000, 31(6):1210-1216.

(修回日期:2016-10-29)

(本文编辑:凌 琛)

## · 外刊撷英 ·

**Chondrocyte implantation versus microfracture for osteoarthritis**

**BACKGROUND AND OBJECTIVE** Cartilage injuries over time are thought to increase the risk of osteoarthritis (OA). Microfracture is the most widely used marrow stimulation procedure, rated by many as a first-line treatment for smaller contained cartilage lesions. This study reports on the long-term results of a randomized, controlled trial comparing autologous chondrocyte implantation (ACI) with microfracture among patients with chronic cartilage defects.

**METHODS** Subjects were patients with relatively large chronic focal cartilage defects in the knee. The participants were randomized to undergo either ACI or microfracture. Data were collected using the International Cartilage Repair Society (ICRS), Lysholm, Short Form-36 (SF-36), and Tegner forms at the time of inclusion and at follow-up evaluations. Surgeries were considered to have failed if the patient needed a repeat surgery due to symptoms resulting from a lack of healing. At the time of final follow-up, standard radiographs were obtained.

**RESULTS** At 15-year follow-up, the failure rate in the ACI group was 42.5%, and in the microfracture group was 32.5% ( $P=0.356$ ). Of the survivors who did not have a failure, both treatment groups had significant improvement in scores on the Lysholm, VAS for pain, and SF-36 physical component scores at the short, medium and long-term evaluations ( $P<0.05$ ). No significant difference was found between the groups. At long-term follow-up, 50% of the patients had radiographic signs of early OA.

**CONCLUSION** This study of patients with chronic cartilage defects treated with either microfracture or chondrocyte implantation found that, at 15-year follow-up, 37% had treatment failure, with no significant difference noted between groups in function or pain outcomes.

【摘自:Knutsen G, Drogset JO, Engbretsen L, et al. A randomized, multicenter trial comparing autologous chondrocyte implantation with microfracture, long-term follow-up of 14 to 15 years. *J Bone Joint Surg*, 2016, 98-A(16):1332-1339.】