

doi: 10.7499/j.issn.1008-8830.2016.10.011

论著·临床研究

虚拟现实训练对痉挛型双瘫脑瘫患儿 肢体运动功能的影响

任凯^{1,2} 龚晓明³ 章荣^{1,2} 陈修慧^{1,2}

(1. 四川卫生康复职业学院康复系, 四川 自贡 643000;
2. 自贡市第一人民医院康复科, 四川 自贡 643000; 3. 四川理工学院体育学院, 四川 自贡 643000)

[摘要] **目的** 观察虚拟现实(VR)训练对痉挛型双瘫脑瘫患儿上肢精细运动和下肢粗大运动的影响。
方法 选取痉挛型双瘫脑瘫患儿35例,随机分为VR训练组($n=19$)和常规训练组($n=16$),常规训练组给予3个月的常规运动疗法和作业疗法训练;VR训练组给予3个月的VR训练和作业疗法训练。采用Peabody运动发育量表的抓握、视觉-运动整合分测试对患儿治疗前后精细运动进行评价,采用88项粗大运动功能量表(GMFM-88)的D区及E区、改良Ashworth量表(MAS)、Berg平衡量表(BBS)对患儿治疗前后粗大运动进行评价。**结果** 治疗前两组患儿抓握、视觉-运动整合、精细运动发育商、GMFM-88之D区、E区评分、MAS评分、BBS评分无明显差异($P>0.05$);治疗后,VR训练组抓握、视觉-运动整合、精细运动发育商、GMFM-88D区评分、E区评分、BBS评分、MAS评分较常规训练组明显改善($P<0.05$)。**结论** VR训练可有效提高痉挛型双瘫脑瘫患儿上肢精细运动功能和下肢粗大运动功能。

[中国当代儿科杂志, 2016, 18(10): 975-979]

[关键词] 虚拟现实训练; 痉挛型双瘫; 精细运动; 粗大运动; 儿童

Effects of virtual reality training on limb movement in children with spastic diplegia cerebral palsy

REN Kai, GONG Xiao-Ming, ZHANG Rong, CHEN Xiu-Hui. Department of Rehabilitation, Sichuan Vocational College of Health and Rehabilitation, Zigong, Sichuan 643000, China (Gong X-M, Email: fensal@163.com)

Abstract: Objective To study the effects of virtual reality (VR) training on the gross motor function of the lower limb and the fine motor function of the upper limb in children with spastic diplegia cerebral palsy. **Methods** Thirty-five children with spastic diplegia cerebral palsy were randomly assigned to VR training group ($n=19$) and conventional training group ($n=16$). The conventional training group received conventional physical therapy and occupational therapy for three months. The VR training group received VR training and occupational therapy for three months. Grip and visual-motor integration subtests in Peabody Developmental Motor Scales-2 were used to evaluate the fine movement in patients before and after treatment. The D and E domains of the 88-item version of the Gross Motor Function Measure (GMFM-88), Modified Ashworth Scale (MAS), and Berg Balance Scale (BBS) were used to evaluate the gross movement in patients before and after treatment. **Results** Before treatment, there were no significant differences in grip, visual-motor integration, fine motor development quotient, scores of D and E domains of GMFM-88, MAS score, or BBS score between the two groups ($P>0.05$). After treatment, all the indices were significantly improved in the VR training group compared with the conventional training group ($P<0.05$). **Conclusions** VR training can effectively improve the gross motor function of the lower limb and the fine motor function of the upper limb in children with spastic diplegia cerebral palsy.

[Chin J Contemp Pediatr, 2016, 18(10): 975-979]

Key words: Virtual reality; Spastic diplegia cerebral palsy; Fine motor function; Gross motor function; Child

[收稿日期] 2016-04-16; [接受日期] 2016-05-19

[基金项目] 四川省医学会科研项目(S15088); 四川省教育厅科研项目(16ZB0530); 自贡市科技局科研项目(2014ZC12)。

[作者简介] 任凯,男,硕士,讲师,副主任医师。

[通信作者] 龚晓明,女,副教授。

脑性瘫痪 (cerebral palsy), 简称脑瘫, 是由于发育中的胎儿或婴幼儿脑部非进行性损伤所致的一组持续存在的中枢性运动和姿势发育障碍、活动受限症候群^[1]。发病率在2‰~3‰左右, 主要的临床表现是运动障碍和姿势异常^[2-4]。脑瘫所引发的一系列功能异常将严重影响患儿的日常生活自理能力, 对家庭和社会造成沉重心理和经济负担^[2-4]。虚拟现实 (virtual reality, VR) 技术是一种多通道的人机交互接口, 患儿可通过自身的多种感觉通道 (包括视觉、听觉、触觉、本体感觉等) 感知计算机模拟或增强的虚拟环境, 也可通过移动、语音、表情、手势及视线等自然的方式和虚拟世界交互, 从而产生身临其境的体验^[5]。VR技术在中枢神经损伤、缓解痛觉输入、精神病治疗等方面都有广泛的应用, 同时随着技术的不断成熟和进步, 有望在更多的医疗领域发挥作用^[6-7]。国内研究发现采用VR训练对痉挛型偏瘫及痉挛型脑瘫患儿进行训练, 取得了积极的治疗作用^[8-10], 但尚未发现有VR训练对痉挛型双瘫患儿治疗作用的报道。本研究旨在通过VR训练, 观察其对痉挛型双瘫脑瘫患儿上肢精细运动、下肢粗大运动功能的影响, 现报道如下。

1 资料与方法

1.1 研究对象

选择于2013年3月至2015年10月在我院就诊的痉挛型双瘫脑瘫患儿40例, 诊断符合2007年中国康复医学会儿童康复专业委员会制定的诊断与分型标准^[11]。纳入标准: 符合上述诊断标准并同时符合下述条件: (1) 粗大运动功能分级系统 (GMFCS) I - II级^[12]; (2) 患儿能独立行走距离>5 m, 36月<月龄<71月; (3) 监护人及患儿对实验方法及过程知情同意并签署知情同意书, 配合治疗同时治疗期满3月。排除标准: (1) 其他严重影响四肢运动功能的神经、肌肉、骨关节疾病; (2) 合并有严重心肺疾病、癫痫、精神疾病、智力障碍等不能配合完成实验者。本研究获得医院医学伦理委员会批准 (批准文号2013-11)。

所有患儿随机分为常规训练组和VR训练组 (各20例)。治疗过程中患儿失访5例 (13%),

实际纳入试验的病例为35例 (VR训练组19例, 常规训练组16例); 其中男20例, 女15例; 平均月龄 55.3 ± 11.5 月。

1.2 治疗方案

在基线评估后, 常规训练组患儿接受3个月的常规康复训练 (作业疗法+运动疗法), VR训练组患儿接受3个月的VR康复训练 (作业疗法+VR训练)。

作业疗法: 以一对一的形式进行治疗, 内容包括手抓握、释放物品训练、腕关节活动能力训练、手指动作训练、日常生活能力训练等, 40 min/次, 1次/d, 5次/周。

运动疗法: 在作业治疗后采取神经发育疗法 (以Bobath疗法和Rood疗法为主), 40 min/次, 1次/d, 5次/周; 治疗分为三个部分: (1) 控制关键点、反射性抑制手段; (2) 促通手法, 包括平衡反应促通、上下肢伸展反应促通、状态反应促通; (3) 感觉刺激, 包括良肢位刺激、加压负重、拍击; (4) 放松训练。

VR训练: 在作业治疗后进行个体化设计的虚拟现实训练, 40 min/次, 1次/d, 5次/周。VR训练采用Q4情景互动训练系统 (奥普迈公司生产, 型号Q4) 进行, 在训练过程中根据患儿的兴趣采用墙面训练、地面训练各2~3项针对患儿上肢肩、肘、腕、手指等关节的灵活性、协调性及肘膝俯卧、行走功能、下肢控制功能等进行感觉统合运动训练、社交合作训练、肢体性运动训练、认知功能训练等治疗。在整个训练过程中强调治疗师和家长对患儿的引导, 让患儿积极主动地参与到训练中, 若患儿在训练过程中出现哭闹、烦躁不安、停止动作30 s以上且引导无效时由治疗师更换训练项目或停止训练待患儿出现训练兴趣时再行训练。

1.3 观察指标

1.3.1 精细运动功能 采用Peabody运动发育量表 (PDMS-2) 的精细运动评估量表中抓握、视觉-运动整合分测试对患儿精细运动进行评价; 抓握分测试 (26个项目) 主要评估患儿手的使用能力, 从单手抓握物体开始, 逐渐过渡到实用双手手指的控制性动作; 视觉-运动整合分测试 (72个项目) 主要评估患儿通过视觉技能来完成手眼协调任务的能力。本研究采取标准分进行分析, 评定

方法：患儿取舒适坐位，进行相应项目的测试，测评时应用起点、底部和顶部三点进行评估；起点：测试者根据临床观察来决定适当的起点，从患儿能通过的项目开始；底部水平：当患儿在 3 个项目中连续获得 2 分时，在获 1 分或 0 分之前最后 3 个 2 分项目就是底部水平；顶部水平：若底部确立，测试者就依次测试难度更大的项目，当患儿连续 3 个项目都得 0 分时即确定顶部^[13]。

1.3.2 粗大运动功能 采用粗大运动功能量表（GMFM-88）D 区及 E 区、改良 Ashworth 量表（MAS）、Berg 平衡量表（BBS）进行评价。

GMFM-88 的 D 区为站立分测试，包含 13 个测试项目，评价小儿在站立位的维持及以站立位为开始或终末的转移能力；E 区为走跑跳分测试，包含 24 个测试项目，评价小儿在行走、跑步、跳跃时的稳定性及协调性。本研究采用标准分进行分析，评分标准：0 分 – 完全不能完成，1 分 – 仅在开始会做（完成动作 <10%），2 分 – 部分能完成（10% < 完成 <100%），3 分 – 能顺利圆满完成（100% 完成）^[14]。

MAS 量表分别评定患儿双侧下肢踝跖屈肌肌张力取平均值，将评价等级 0、1、1+、2、3、4 级分别量化为 1、2、3、4、5、6 分^[15]。

BBS 量表评定平衡功能，共 14 项，每项 0~4 分，得分越高，表示平衡能力越好^[16]。

1.4 实验数据的统计分析

采用 SPSS17.0 进行统计学分析。资料以均

数 ± 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 或率 (%) 表示，组间比较采用独立样本 t 检验或卡方 (χ^2) 检验， $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患儿基线资料比较

两组患儿性别、月龄、治疗前 GMFCS 评分、身高等一般资料对比，差异无统计学意义 ($P > 0.05$)，两组患儿具有可比性。见表 1。

表 1 两组患儿一般资料比较 [$(\bar{x} \pm s)$ 或 n (%)]

组别	例数	男性 (%)	月龄 (月)	身高 (cm)	GMFCS 分级	
					I	II
常规训练组	16	9(56)	54 ± 14	109 ± 12	7	9
VR 训练组	19	11(58)	57 ± 10	106 ± 10	8	11
t/χ^2 值		0.01	0.68	0.86	0.01	
P 值		0.92	0.50	0.39	0.92	

注：[GMFCS] 粗大运动功能分级系统。

2.2 两组精细运动功能改善情况

两组患儿治疗前精细运动各项评分及发育商差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。经过 3 个月的康复治疗，VR 训练组患儿抓握、视觉 – 运动整合、精细运动发育商评分均显著高于常规训练组 ($P < 0.05$, $P < 0.01$)。见表 2。

表 2 两组患儿治疗前后精细运动功能比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	治疗前			治疗后		
		抓握	视觉 – 运动整合	精细运动发育商	抓握	视觉 – 运动整合	精细运动发育商
常规训练组	16	5.7 ± 0.9	5.3 ± 0.7	73 ± 4	7.1 ± 1.2	6.4 ± 1.3	81 ± 6
VR 训练组	19	5.4 ± 0.9	5.7 ± 0.9	74 ± 5	8.0 ± 1.6	9.1 ± 1.5	91 ± 8
t 值		0.88	0.39	0.14	2.83	3.34	4.40
P 值		0.38	0.69	0.89	0.04	<0.01	<0.01

2.3 两组患儿粗大运动功能改善情况

本研究结果显示，两组患儿治疗前 MAS、BBS 和 GMFM-88 之 D 区、E 区评分比较，差异无

统计学意义 ($P > 0.05$)。治疗 3 月后，VR 训练组患儿下肢踝跖屈肌 MAS、BBS 和 GMFM-88 之 D 区、E 区均明显优于常规训练组 ($P < 0.05$)。见表 3。

表 3 两组患儿治疗前后粗大运动比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	治疗前				治疗后			
		GMFM-88 D 区	GMFM-88 E 区	下肢踝跖屈 肌 MAS	BBS	GMFM-88 D 区	GMFM-88 E 区	下肢踝跖屈 肌 MAS	BBS
常规训练组	16	14 ± 5	27 ± 5	3.9 ± 0.9	31 ± 4	23 ± 5	27 ± 5	2.9 ± 0.8	38 ± 8
VR 训练组	19	16 ± 4	34 ± 6	3.9 ± 0.8	33 ± 5	26 ± 6	40 ± 11	2.0 ± 0.6	43 ± 6
<i>t</i> 值		0.85	0.34	0.25	0.67	3.02	2.34	3.76	1.95
<i>P</i> 值		0.41	0.74	0.81	0.51	<0.01	0.03	<0.01	0.04

3 讨论

目前国内外对于脑瘫的康复治疗方法多以 Bobath 运动疗法、引导式教育、强制诱导运动、作业疗法等为主,其中以 Bobath 运动疗法应用最广泛、效果最肯定,但也有不完善之处,主要表现在:(1)在正常情况下,不是所有的反射活动都接受高级中枢控制;(2)所有动作的发展也并非一成不变的完全依照固定的顺序进行;(3)部分运动功能并非完全在高级中枢的控制之下^[17]。因此患儿有意识地主动参与将更有利于其运动功能的发展。VR 是在计算机辅助下进行的主动性运动控制训练,它利用患儿有意识的主动性运动通过够物、抓握、肢体转移等操作技巧在空间各个方向有机、趣味地结合起来。在康复治疗过程中,通过制造丰富的环境刺激、内部反馈(视觉、本体觉)、外部反馈(治疗师提示语、项目训练效果),让患儿在作业活动过程中,保持警觉性、注意力及热情,使患儿中枢神经传导和外周运动控制达到高度的协调统一,促进患儿掌握运动控制的各种技巧成分,逐步达到低能耗、高效率地完成特定运动控制目标^[5-6,18-19]。国内研究发现 VR 训练可有效提高痉挛型偏瘫患儿及痉挛型脑瘫患儿上肢精细运动功能和下肢粗大运动功能,但由于 VR 训练组、常规训练组治疗时间不同,其治疗作用是否由于两组治疗时间或治疗方式不同引起还需要进一步研究^[8-10,15]。

以往研究发现,VR 康复训练可通过诱导神经运动通路皮质重组,使患儿丧失的运动功能得以补偿和发挥,尤其在上肢精细运动康复当中显示出较常规康复训练更为有效^[20-21];本研究发现,在治疗时间一致的前提下,VR 训练组患儿在治疗后上肢抓握、视觉-运动整合、精细运动商等上肢功能改善较常规训练组更为明显,其原因可能是:

(1) VR 训练在康复治疗的过程中带来了更加丰富的听觉、视觉等感知觉刺激,调动了患儿所有感官;(2) VR 训练提供了多种形式的反馈信息,使枯燥单调的康复训练更轻松、更有趣、更容易,极大地激发了患儿的参与兴趣,使其能够全身心地投入;(3)让患儿以更接近自然的方式与融合多种感官刺激的虚拟环境进行交互,最大程度地调动了患儿参与的积极性、动机性和目的性,这种动机性、目的性的反复活动可促进患儿关节活动度的增加及灵巧性的提高;(4)患儿的主动参与可将更多丰富环境的信号反馈直接传至大脑皮层,并通过皮层的主动性指令传至外周效应器,使外周-中枢-外周的神经传导通路的联系较常规康复训练方式更为频繁;(5)与真实世界具有高度一致性的虚拟环境,可让患儿在训练中习得的技能更好地迁徙到日常生活当中^[15,18-21]。

本研究表明,VR 训练组患儿治疗后踝跖屈肌肌张力、走、跑跳等能力较常规训练组患儿改善明显,表明 VR 训练在提高患儿身体平衡功能方面作用显著。痉挛型双瘫脑瘫患儿踝跖屈肌肌张力增高,小腿三头肌痉挛,是形成患儿马蹄内翻足、尖足步态的关键因素,也是影响患儿下肢行走、跑跳功能的重要原因,因此在脑发育阶段降低踝跖屈肌肌张力、缓解肌痉挛对脑瘫患儿下肢行走、平衡、日常生活活动至关重要^[8,15]。本研究证实 VR 训练可通过丰富环境刺激使患儿主动进行下肢的康复训练,增加本体感觉的输入,提升下肢运动的控制能力、平衡能力和协调能力,维持或扩大关节的活动范围,降低下肢的痉挛程度,提高患儿下肢的粗大运动功能。

综上所述,VR 康复训练治疗痉挛型双瘫脑瘫患儿,可通过调整肌张力、增加丰富环境刺激、增加本体感觉反馈等使患儿下肢粗大运动功能和上肢精细运动功能得到显著改善。这种融合患儿

兴趣、仿真且安全的训练形式更能维持患儿重复练习的主动性,使患儿和家长更容易接受和坚持,值得在临床进行推广应用。

[参 考 文 献]

- [1] 唐久来,秦炯,邹丽萍,等.中国脑性瘫痪康复指南(2015):第一部分[J].中国康复医学杂志,2015,30(7):747-754.
- [2] 宋舜意,赵卫东,王家勤,等.河南省新乡地区1-6岁小儿脑性瘫痪流行病学调查[J].中华实用儿科临床杂志,2014,29(6):451-454.
- [3] Kirby RS, Wingate MS, Van Naarden Braun K, et al. Prevalence and functioning of children with cerebral palsy in four areas of the United States in 2006: a report from the Autism and Developmental Disabilities Monitoring Network[J]. Res Dev Disabil, 2011, 32(2): 462-469.
- [4] 林庆,李松,刘建蒙,等.我国六省(区)小儿脑性瘫痪患病率及临床类型的调查分析[J].中华儿科杂志,2001,39(10):613-615.
- [5] 卞峰,江漫清,桑永英.虚拟现实及其应用进展[J].计算机仿真,2007,24(6):1-4.
- [6] 肖喜玲,杨朝辉,黄剑,等.基于虚拟现实技术手功能康复训练系统的设计及临床应用[J].中国康复医学杂志,2014,29(6):537-541.
- [7] Straker LM, Campbell AC, Jensen LM, et al. Rationale, design and methods for a randomised and controlled trial of the impact of virtual reality games on motor competence, physical activity, and mental health in children with developmental coordination disorder[J]. BMC Public Health, 2011, 11: 654.
- [8] 高晶,赵斌,张全全. MOTomed 虚拟情景训练对痉挛型脑瘫患儿肌张力及关节活动度的影响[J].中华物理医学与康复杂志,2013,35(7):559-560.
- [9] 王丽娜,张彩霞,高晶,等. MOTomed 虚拟情景训练系统在痉挛型脑瘫患儿康复治疗中的应用[J].山东医药,2015,55(2):35-36.
- [10] 胡继红,张惠佳,罗卫红,等.虚拟现实技术结合作业疗法对痉挛型偏瘫脑瘫上肢功能康复的影响[Z].第六届全国儿童康复、第十三届全国小儿脑瘫康复学术会议论文集,河南郑州:2014:95-99.
- [11] 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):309-310.
- [12] 陈玉萍,吴德,唐久来,等.脑瘫患儿粗大运动与高危因素及头颅MRI表现的相关分析[J].安徽医学,2014,35(1):1-4.
- [13] 李明,黄真. Peabody 运动发育量表-2[M].北京:北京大学医学出版社,2006:12-13.
- [14] 袁俊英,朱登纳,孙二亮,等.引导式教育对脑瘫儿童粗大运动功能和 Gesell 发育测试结果的影响[J].中华物理医学与康复杂志,2014,36(10):761-764.
- [15] 高晶,王丽娜,赵斌.虚拟情景循环踏车训练对痉挛型脑瘫患儿下肢肌张力及运动功能的影响[J].中华物理医学与康复杂志,2015,37(6):432-435.
- [16] 陈天聪,叶一卫,程佩锋,等.运动平板训练对学龄期脑瘫患儿平衡功能与步态的影响[J].中国康复医学杂志,2014,29(7):633-636.
- [17] 张通.运动控制理论简介[J].中国康复理论与实践,2001,7(1):42-43.
- [18] Walker ML, Ringleb SI, Maihafer GC, et al. Virtual reality-enhanced partial body weight-supported treadmill training poststroke: feasibility and effectiveness in 6 subjects[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2010, 91(1):115-122.
- [19] Turolla A, Dam M, Ventura L, et al. Virtual reality for the rehabilitation of the upper limb motor function after stroke: a prospective controlled trial[J]. J Neuroeng Rehabil, 2013, 10: 85.
- [20] 金玲,张通,赵军.虚拟现实康复技术对脑卒中患者上肢运动功能恢复的研究进展[J].中国康复理论与实践,2014,20(10):905-907.
- [21] 梁明,窦祖林,王清辉,等.虚拟现实技术对脑卒中偏瘫患者上肢功能康复疗效的 meta 分析[J].中国康复医学杂志,2013,28(12):1146-1150.

(本文编辑:王庆红)