

虚拟现实训练对亚急性期脑卒中患者上肢运动功能的影响*

肖湘¹ 黄东锋² 梁斌³

摘要

目的:评估虚拟现实训练(采用Kinect体感交互技术)对亚急性期脑卒中患者上肢运动功能的影响及其神经电生理机制。

方法:35例亚急性期脑卒中患者随机分为试验组和对照组。试验组接受虚拟现实上肢康复训练,对照组接受作业治疗。每次训练均为40min,每日1次,每周5次,共4周。在训练前后评估两组患者的上肢简化Fugl-Meyer运动功能评分(FMA-UE)、美国国立卫生院神经功能缺损评分(NIHSS)、改良Barthel指数,同时检测正中神经体感诱发电位(SEP)。对两组患者训练前后的FMA-UE、NIHSS、改良Barthel指数、正中神经SEP N20和P25的振幅、潜伏期进行训练前后组内及组间对比。

结果:两组患者治疗后患侧正中神经SEP N20和P25的潜伏期均较治疗前缩短($P<0.05$),患侧FMA-UE和改良Barthel指数的评分均较治疗前提高($P<0.05$),且试验组较对照组FMA-UE提高幅度更大($P<0.05$)。两组患者治疗前后的NIHSS、患侧正中神经SEP N20和P25的振幅差异无显著性意义($P>0.05$)。

结论:基于Kinect体感交互技术的虚拟现实训练在改善亚急性期脑卒中患者偏瘫上肢的运动功能方面较作业治疗有优势。亚急性期脑卒中患者正中神经SEP N20和P25的潜伏期在4周康复训练后缩短($P<0.05$)。

关键词 脑卒中;上肢;运动;虚拟现实;体感诱发电位

中图分类号:R743.3, R681.7 文献标识码:A 文章编号:1001-1242(2019)-09-1049-05

Effects of virtual reality technique in rehabilitation of hemiplegic upper extremities function in stroke patients/XIAO Xiang, HUANG Dongfeng, LIANG Bin//Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2019, 34 (9): 1049—1053

Abstract

Objective: To assess the effects of virtual reality technique on rehabilitation of hemiplegic upper extremities function and the mechanisms underlying in patients with stroke.

Method: Thirty-five patients who had had a stroke within 1 month and presented with motor deficit of the arm were randomly divided into experiment group (virtual reality rehabilitation system based on Kinect somatosensory interaction technology, $n=16$) and control group (occupational therapy, $n=19$). Somatosensory evoked potential (SEP) and clinical variables (motor performance, overall disability, and independence in activities of daily living) were done before and after the 4-week intervention program.

Result: Fugl-Meyer scores of upper extremities and modified Barthel index increased significantly in both groups after treatment ($P<0.05$). However, those in the experiment group displayed greater increase in Fugl-Meyer scores of upper extremities. Latency of N20 and P25 on the affected side in both groups decreased signifi-

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2019.09.008

*基金项目:深圳市科技计划项目(JCYJ20150407140144531)

1 深圳市罗湖区人民医院康复医学科,广东省深圳市,518001; 2 中山大学新华学院康复医学系,中山大学附属第一医院康复医学科;

3 深圳市罗湖区人民医院功能科

作者简介:肖湘,女,博士,副主任医师; 收稿日期:2018-04-15

cantly after treatment ($P<0.05$). There was no significant difference in the amplitudes of N20 and P25 on the affected side in both groups after treatment.

Conclusion: Virtual reality training may be more effective on improvement of hemiplegic upper extremities motor function in stroke patients in subacute phase. Latency of N20 and P25 decreased in patients with subacute stroke after an intensive 4-week rehabilitation.

Author's address Department of Rehabilitation Medicine, Luohu People's Hospital, Shenzhen, Guangdong, 518001

Key word stroke; upper extremity; motor function; virtual reality; somatosensory evoked potentials

脑卒中后上肢运动功能的康复日益受到重视。虚拟现实康复训练能有效地促进脑卒中患者上肢运动功能的康复,改善患者的日常生活活动能力^[1-4]。基于Kinect体感交互技术的康复系统是常用的虚拟现实康复系统。Kinect体感交互技术是一款姿态传感输入设备,3D体感摄影机即时动态捕捉、影像辨识患者的动作,然后通过系统中虚拟人物的骨架在屏幕上表现出来。患者和呈现在电脑显示屏上的环境进行交互作用,患者在虚拟环境中完成可控的功能性运动或操作。近年有研究显示:基于Kinect体感交互技术的康复系统可改善脑卒中患者的执行功能和上肢运动功能^[4-5]。但是该康复系统对脑卒中患者上肢运动功能的改善是否较作业治疗更加有效尚无定论。

体感诱发电位(somatosensory evoked potentials, SEP)是一种无创性电生理技术,贯穿了神经系统的整个躯体感觉通路,能较全面反映该通路结构和功能的完整性。中枢神经系统的感觉通路和运动通路相毗邻,脑卒中通常同时损伤感觉和运动神经。因而SEP可间接了解运动通路的功能情况,可用于运动功能的定位和评价。SEP的第一个近场电位是N20。前期研究显示正中神经SEP N20的潜伏期可预测急性期脑卒中患侧上肢运动功能的康复潜能^[6]。本研究拟评估基于Kinect体感交互技术的虚拟现实康复训练对脑卒中上肢运动功能和日常生活活动能力的影响,探讨虚拟现实训练促进脑卒中患者上肢运动功能康复的神经电生理机制。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选择2014年7月—2017年7月深圳市罗湖区人民医院康复医学科和神经内科住院的脑卒中患者35例。脑梗死诊断标准依据《中国急性缺血性脑血管疾病诊治指南2010》(中华医学会神经病学分会脑血管病学组急性缺血性脑卒中诊治指南撰写组);脑出血诊断标准依据2010年中华人民共和国卫生部颁布的《成人自发性脑出血诊断标准》。纳入标准:①年龄40—80岁;②首次发生的单侧皮层或皮层下脑卒中;③病程<30天^[7];④上肢简化Fugl-Meyer运动功能评分(Fugl-Meyer assessment scores of the upper extremities, FMA-UE)<46^[8];⑤患侧上肢肌力≥2级;⑥站立位平衡II级及以上,即站立位时维持自身动态平衡10s以上;⑦愿签署知情同意书。

排除标准:①各种疾病导致的上肢关节疼痛、活动受限;②合并有糖尿病、周围神经病变;③既往有脑卒中病史;④既往有脑外伤、颅脑手术史;⑤既往有癫痫史;⑥意识障碍;⑦国际标准视力表检查,双眼视力或矫正视力<1.0,严重的弱视、黄斑、视网膜病变或视野缺损。

采用随机数字表法将上述患者随机分为试验组和对照组。试验组和对照组的性别、年龄、病程、脑卒中性质(脑梗死或脑出血)、偏瘫侧等参数差异无显著性($P>0.05$)(表1)。全部患者均为右利手。

本临床试验已获得深圳市罗湖区人民医院伦理委员会的批准。

表1 入选时两组患者一般资料情况比较

组别	例数	性别(例)		年龄($\bar{x}\pm s$,岁)	平均病程($\bar{x}\pm s$,d)	病变性质(例)		偏瘫侧(例)	
		男	女			脑梗死	脑出血	左侧	右侧
试验组	16	10	6	56.12±9.01	20.37±6.54	10	6	7	9
对照组	19	12	7	53.67±8.03	23.65±7.24	11	8	10	9

1.2 治疗方法

两组患者均根据其疾病的特点采取相应的药物治疗。对脑梗死患者采用抗血小板聚集、改善微循环和控制脑水肿药物。对脑出血患者采用控制血压、保护脑神经和控制脑水肿药物治疗。两组患者均进行常规物理治疗,内容包括:徒手牵伸、下肢肌力训练(包括步行、使用Thera-Band训练带的肌力训练等)、躯干平衡训练、转移训练、上下楼梯训练以及步态训练等。两组患者的上肢功能均由有经验的作业治疗师训练,训练时间均为40min/d,5d/周,持续4周。

试验组患者的作业治疗内容为基于Kinect体感交互技术的游戏训练(共有两种游戏,每天各训练20min)。该系统由电脑、60英寸显示屏和软件组成。本研究采用打网球、切水果的游戏模式,具体方法如下:①打网球:要求患者正对Kinect摄像头,游戏中,代表患者的虚拟人物会出现在屏幕上,可见到其透明的手臂和球拍。患者举起一只手,表示举拍。患者张开手掌、挥舞手臂,与屏幕中的虚拟对手打球。游戏时间每次1.5—3min,游戏结束可休息1min,继续下一场游戏,游戏及休息时间共20min。②切水果:举起双手高于肩部1s进入计时,代表患者的虚拟人物会出现在屏幕上。手部运动形成水果刀,患者挥舞双手切水果,同时避开炸弹。切水果游戏每次60s,游戏结束可休息30—60s,继续下一场游戏,游戏及休息时间共20min。打网球和切水果游戏每局难易程度均恒定。进行基于Kinect体感交互技术的游戏训练时,治疗师严密观察患者,并询问患者有无胸闷、心悸、眩晕等不适。每次训练结束记录患者完成两种游戏主观感觉的难易程度和疲劳程度。

对照组患者则进行常规作业治疗,选择适合患者自身功能障碍情况的的活动进行训练如拼图、磨砂板、串珠子、折纸、木钉作业、编织作业等。在训练中插入日常生活活动能力训练(如穿脱衣服、个人修饰、进食、用厕等),训练患者在日常生活中使用侧边碗、弯柄勺、弹簧筷子、穿袜器、长柄鞋扒、转移板、淋

浴椅和坐便器等辅具。

1.3 评定指标

功能结局评定:两组患者分别于治疗开始前和治疗结束后3天内由专人盲法进行以下功能评定:

- ①采用FMA-UE评测上肢运动功能,满分为66分;
- ②脑卒中后神经功能缺陷评测采用美国国立卫生研究院脑卒中量表(National Institute of Health Stroke Scale, NIHSS)^[9];
- ③采用改良Barthel指数^[10]评测自理能力,总分100分。

正中神经SEP:患者平卧位,全身放松,闭目,采用肌电图诱发电位仪行SEP检查。刺激电极为间距2cm、直径为0.5cm的鞍状电极,放置在腕横纹上2—3cm,分别行健侧和患侧上肢正中神经SEP检查。采用恒流方波脉冲电,频率为1.9Hz,脉宽为0.2ms,强度以引起肉眼可见的手部肌肉轻微收缩为宜。每侧肢体行两次正中神经SEP检查,每次均叠加200次。记录正中神经SEP N20和P25的潜伏期与波幅,取两次平均值为观测指标。

1.4 统计学分析

采用统计软件SPSS17.0进行数据分析。计数资料组间比较采用 χ^2 检验。计量资料用均数±标准差表示。采用重复方差检验对比两组患者FMA-UE、NIHSS、改良Barthel指数训练前后及组间的差异。健侧与患侧SEP参数的比较、训练前后SEP参数的比较采用配对 t 检验,两组间一般资料比较采用独立样本 t 检验,设显著性水平 $P<0.05$ 。

2 结果

2.1 两组患者训练前后各项量表的比较

两组患者训练前的FMA-UE、NIHSS、改良Barthel指数差异无显著性意义($P>0.05$)。训练后两组患者的FMA-UE、改良Barthel指数均较训练前显著增高($P<0.05$),且试验组较对照组FMA-UE提高幅度更大($P<0.05$)。两组患者训练前后NIHSS差异无显著性意义($P>0.05$)。见表2。

表2 两组患者FMA-UE、NIHSS、改良Barthel指数评分结果比较

($\bar{x}\pm s$,分)

组别	例数	患侧FMA-UE			NIHSS			改良Barthel指数		
		训练前	训练后	差值	训练前	训练后	差值	训练前	训练后	差值
试验组	16	20.66±10.62	32.98±11.24 ^①	12.32±4.11 ^②	4.02±1.87	3.65±1.76	-0.37±0.35	67.58±13.62	80.43±16.45 ^①	12.85±4.52
对照组	19	22.43±9.53	30.23±10.13 ^①	7.80±5.01	3.68±1.46	3.26±1.24	-0.42±0.33	69.53±15.49	76.32±17.44 ^①	6.79±4.98

①与同组治疗前比较 $P<0.05$;②与对照组比较 $P<0.05$

2.2 两组患者训练前后正中神经SEP数据的比较

训练前两组均有2名患者的患侧正中神经SEP不能引出(对照组为2名脑梗死患者,试验组为1名脑出血、1名脑梗死患者)。训练前两组患者的正中神经SEP N20和P25的潜伏期均较健侧延长,振幅较健侧降低($P<0.05$)。训练后两组患者患侧正中神经SEP N20和P25的潜伏期均较训练前缩短($P<0.05$),但仍然较健侧延长,且训练后两组患者间N20、P25的潜伏期差异无显著性意义($P>0.05$)。患侧正中神经SEP N20和P25的振幅治疗前后差异无显著性意义($P>0.05$)。见表3。

表3 两组患者训练前后患侧正中神经SEP参数比较($\bar{x}\pm s$)

	试验组患侧 (n=14)	试验组健侧 (n=14)	对照组患侧 (n=17)	对照组健侧 (n=17)
N20的潜伏期(ms)				
训练前	22.73±3.98 ^①	19.54±2.25	21.56±3.56 ^①	18.82±1.98
训练后	19.73±3.77 ^{①②}	19.08±2.87	18.93±3.93 ^{①②}	18.67±2.04
N20的振幅(μV)				
训练前	1.89±0.60 ^①	2.78±0.61	1.95±0.41 ^①	2.68±0.78
训练后	1.93±0.52 ^①	2.72±0.49	2.01±0.53 ^①	2.59±0.53
P25的潜伏期(ms)				
训练前	30.73±1.90 ^①	25.51±2.24	29.09±2.44 ^①	25.78±1.83
训练后	28.16±1.78 ^{①②}	25.87±2.05	27.13±2.44 ^{①②}	25.12±1.56
P25的振幅(μV)				
训练前	2.19±1.63 ^①	3.30±0.98	2.37±1.35 ^①	3.58±1.25
训练后	2.47±1.47 ^①	3.42±1.26	2.58±1.35 ^①	3.67±1.54

①与本组患者健侧比较 $P<0.05$;②与同组训练前比较 $P<0.05$;
注:两组均剔除了SEP不能引出的患者

3 讨论

脑卒中偏瘫上肢的康复是临床康复中比较棘手的问题。脑卒中偏瘫患者上肢功能的恢复通常慢于下肢,其原因可能是^[11-12]:上肢功能偏于精细、复杂,涉及中枢部位较多;上肢功能必须大部分恢复才能真正利用起来,尤其是精细的日常生活活动作业对上肢和手的运动和控制要求更高,而下肢功能恢复到一定程度即能完成站立和步行功能。

FMA-UE是在Brunnstrom分期的基础上进一步量化而来,是国际上广泛接受的、针对偏瘫患者运动能力进行康复评定的方法。改良Barthel指数是康复疗效的主要指标。有研究显示虚拟现实训练结合常规作业治疗较单纯作业治疗组患者的FMA-UE和改良Barthel指数的评分改善幅度更大^[2]。虚拟现实训练在脑卒中上肢运动功能康复的应用安全有效

并持久^[13]。本研究中基于Kinect体感交互技术的虚拟现实训练治疗空间大,可避免在真实厨房操作或运动场运动时的跌倒、被物体碰伤、切割伤等危险,保证患者训练的安全。基于Kinect体感交互技术的虚拟现实训练相对于作业治疗在改善亚急性期脑卒中患者偏瘫上肢的运动功能方面有以下优势:①反复进行手部功能训练,可以提高偏瘫患者上肢活动的灵敏度。本研究所采用的两个虚拟情景,在进行训练时包含肩关节屈伸、外展,肘关节屈伸,桡尺关节旋前、旋后,腕关节的屈伸及尺侧桡侧偏移运动,可以帮助患者改善上肢各关节活动范围、运动控制能力,从而提高FMA-UE评分;②康复治疗积极性与脑卒中患者肢体运动功能障碍的恢复两者互相影响。虚拟现实上肢康复训练系统可提供视听觉及本体感觉等反馈,具有趣味性和良好的交互性,能够充分调动患者训练的积极性;③患者能即时观察到自己的运动情况,并且在训练过程中有训练成绩反馈,有助于重建正常的运动模式。基于Kinect体感交互技术的虚拟现实训练改善脑卒中患者的改良Barthel指数的原因可能为:①该训练可提高偏瘫上肢运动功能;②基于Kinect体感交互技术的虚拟现实训练通过模拟日常活动,使患者学会如何开展正确的日常生活活动。患者在游戏中的成功体验可以增强其康复信心,促进其尝试功能性活动,从而将训练中所得的技能转化到日常生活活动中。

SEP是常用的感觉诱发电位之一,是评判中枢神经系统损伤后运动功能预后的重要依据^[6]。一般认为N20和P25产生于初级躯体感觉皮层^[14]。SEP异常类型有两种:传导延迟、振幅降低或消失。传导延迟多为白质病损,而振幅降低或消失多为轴突传导阻滞和或皮质障碍^[15]。本研究中两组患者正中神经SEP N20、P25的潜伏期均较健侧延长,振幅较健侧降低(表3),提示患者的中枢神经系统运动通路受损。有研究显示虚拟现实训练可激活脑卒中患者辅助运动皮质区和前运动皮层,且训练导致的上肢功能改善与患者的皮层活动模式相关^[13]。本研究显示在4周康复训练后两组患者的N20、P25潜伏期均缩短(表3),提示康复训练可能通过诱导神经运动通路的皮质重组来改善脑卒中患者的上肢功能。

本研究尚存在不足之处,本研究样本量不大且

无随访资料。今后要进行大样本试验,并结合影像技术对中枢神经系统功能进行全面检测。同时进行较长时间的随访观察以进一步明确基于Kinect体感交互技术的游戏训练对脑卒中患者上肢功能的远期疗效。

4 结论

基于Kinect体感交互技术的训练能改善亚急性期脑卒中患者偏瘫上肢的运动功能和日常生活活动能力,该训练对脑卒中患侧上肢运动功能的康复疗效优于作业治疗。亚急性期脑卒中患者正中神经SEP N20潜伏期在4周康复训练后缩短。

参考文献

- [1] Lee KH. Effects of a virtual reality-based exercise program on functional recovery in stroke patients: part 1[J]. *J Phys Ther Sci*, 2015, 27(6): 1637—1640.
- [2] 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.
- [3] 韩晓晓, 柯将琼, 蒋松鹤, 等. 虚拟现实游戏训练对脑卒中患者偏瘫上肢功能恢复的影响[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2016, 38(6):401—405.
- [4] 金毅, 王圣虓. 体感互动游戏对脑卒中偏瘫患者上肢运动功能的影响[J]. *中国康复*, 2016, 31(2):151—152.
- [5] 王静, 马景全, 陈长香, 等. 体感游戏Kinect改善脑卒中患者执行功能的效果研究[J]. *中国康复医学杂志*, 2014, 29(8): 748—751.
- [6] 肖湘, 黄东锋, 曹黎明, 等. 体感诱发电位和脑卒中上肢运动功能结局的关系[J]. *中国康复医学杂志*, 2015, 30(7):696—698.
- [7] Lau KW, Mak MK. Speed-dependent treadmill training is effective to improve gait and balance performance in patients with subacute stroke[J]. *J Rehabil Med*, 2011, 43(8):709—713.
- [8] Fugl-Meyer AR, Jääskö L, Leyman I, et al. The post-stroke hemiplegic patient: I. A method for evaluation of physical performance[J]. *Scand J Rehabil Med*, 1975, 7:13—31.
- [9] Brott TG, Haley EC Jr, Levy DE, et al. Urgent therapy for stroke. Part I. Pilot study of tissue plasminogen activator administered within 90 minutes[J]. *Stroke*, 1992,23(5):632—640.
- [10] Shah S, Vanclay F, Cooper B. Improving the sensitivity of the Barthel Index for stroke rehabilitation[J]. *J Clin Epidemiol*, 1989,42(8): 703—709.
- [11] 张盛全, 何任红, 范建中. 重力感应介导训练技术对脑卒中患者上肢功能的影响[J]. *中国康复医学杂志*, 2018;33(2): 223—225.
- [12] 吴玉霞, 蔡可书, 戴文骏, 等. 康复机器人辅助训练对偏瘫患者上肢功能及日常生活活动能力的影响[J]. *中国康复医学杂志*, 2015,30(10):1013—1016.
- [13] Schuster-Amft C, Henneke A, Hartog-Keisker B, et al. Intensive virtual reality-based training for upper limb motor function in chronic stroke: a feasibility study using a single case experimental design and fMRI[J]. *Disabil Rehabil Assist Technol*, 2015,10(5):385—392.
- [14] Tamura Y, Ueki Y, Lin P, et al. Disordered plasticity in the primary somatosensory cortex in focal hand dystonia[J]. *Brain*, 2009, 132: 749—755.
- [15] Karnaze D, Fisher M. Short-latency somatosensory evoked potential correlate with the severity of neurological deficit and sensory and abnormalities following cerebral ischemia [J]. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*, 1987,67:147—150.