

· 临床研究 ·

# 上肢康复机器人训练对脑卒中偏瘫患者上肢功能恢复的影响

张秀芳 高晓盟 赵娜 张莉 葛书萍 张玉明 张明

**【摘要】** 目的 观察上肢康复机器人训练对脑卒中偏瘫患者上肢功能恢复的影响。方法 采用随机数字表法将 40 例脑卒中偏瘫患者分为实验组及对照组, 每组 20 例。2 组患者均给予综合康复治疗, 包括传统运动疗法、物理因子治疗、作业治疗等; 实验组患者在此基础上辅以上肢康复机器人训练, 疗程为 1 个月。于治疗前、治疗 1 个月后对 2 组患者肩关节前屈、后伸、水平外展、水平内收范围、Fugl-Meyer 运动功能评测上肢部分(FMA-UE)及改良 Barthel 指数(MBI)进行评估对比。**结果** 治疗后 2 组患者肩关节活动范围、FMA-UE 评分及 MBI 评分均较治疗前明显改善 ( $P < 0.05$ ); 进一步分析发现, 治疗后实验组患者肩关节后伸 [ $19.20 \pm 9.54$ °]、水平外展 [ $66.25 \pm 15.63$ °]、水平内收 [ $26.65 \pm 7.52$ °]、FMA-UE 评分 [ $44.70 \pm 9.11$ 分] 及 MBI 评分 [ $51.50 \pm 10.89$ 分] 均显著优于对照组水平 ( $P < 0.05$ ), 治疗后 2 组患者肩关节前屈范围组间差异仍无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。**结论** 在常规康复干预基础上辅以上肢康复机器人训练, 能进一步促进脑卒中偏瘫患者上肢功能改善, 对提高患者生活质量具有重要意义。

**【关键词】** 康复机器人; 偏瘫; 脑卒中

脑卒中死亡率及致残率较高<sup>[1]</sup>, 能导致患者肢体运动功能(尤其是上肢运动功能)障碍或丧失, 极大影响患者日常生活活动能力, 因此如何积极有效改善脑卒中患者上肢功能具有重要临床意义。上肢康复机器人训练设备拥有强大的评估系统和治疗反馈系统, 患者可在计算机虚拟环境中完成多关节或单关节康复训练, 从而激发患者潜能, 促进运动功能改善。相关研究表明, 上肢康复机器人能将明确治疗任务与虚拟现实技术相结合, 从而有效改善患者上肢关节活动度、灵活性及控制能力<sup>[2-3]</sup>。本研究主要利用上肢康复机器人训练脑卒中后偏瘫患者上肢功能, 并观察治疗前、后患者上肢运动功能及生活质量改善情况, 发现临床疗效满意。

## 对象与方法

### 一、研究对象

共选取 2013 年 1 月至 2014 年 6 月期间在我科门诊及住院治疗的脑卒中患者 40 例, 患者入选标准包括: ①年龄 45~60 岁; ②均符合 1996 年全国第 4 次脑血管病学学术会议修订的脑卒中诊断标准<sup>[4]</sup>, 并经颅脑 CT 或 MRI 检查证实; ③病程 6 个月以内; ④偏瘫侧上肢肩关节周围肌力 2 级以上; ⑤患者对本研究知情同意并签署相关文件。患者剔除标准包括: ①患有老年痴呆或变态人格不能合作者; ②合并认知功能障碍, 如简易智力状况检查量表 (mini-mental state examination, MMSE) 评分  $\leq 20$  分, 不能配合训练; ③青光眼或治疗中出现眼压升高; ④患有严重心脏病者, 处于心梗前期或发作期或心率紊乱者。采用随机数字表法将上述患者分为实验组及对照组, 2 组患者一般资料情况详见表 1, 表中数据经统计学比较, 发现组间差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ ), 具有可比性。

表 1 入选时 2 组患者一般资料情况比较

组别	例数	性别(例)		年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$ )	病程 (d, $\bar{x} \pm s$ )
		男	女		
实验组	20	12	8	53.2±9.1	33.2±10.2
对照组	20	11	9	52.9±8.6	35.8±12.1

  

组别	例数	脑卒中类型(例)		
		脑梗死	脑出血	脑血管畸形
实验组	20	9	10	1
对照组	20	10	9	1

### 二、治疗方法

实验组患者给予常规综合康复治疗及上肢康复机器人训练, 对照组患者只给予常规综合康复治疗。

1. 常规综合康复治疗: 包括运动疗法、物理因子治疗、作业疗法等<sup>[5]</sup>。运动疗法: ①肩部训练, 嘱患者取仰卧位, 先对患者偏瘫侧肩部及整个上肢进行全面放松, 在进行肩关节前屈、外展、内收以及内外旋训练时, 要将辅助力量施加于患者肩部与上臂, 并避免活动不当引发肩痛。治疗时手法应注意速度缓慢、均匀, 关节活动范围由小渐大, 每个动作重复训练 3~5 次。②肘关节控制训练, 治疗师一手扶住患者偏瘫侧肘关节, 使其保持 90°屈曲, 嘱患者伸直肘关节, 并用手触碰治疗师前额, 然后嘱患者将手慢慢放置健侧肩部, 反复练习; 对于运动控制较好的患者可进行平行杠支撑控制训练<sup>[6-7]</sup>。③腕关节及手部强化训练, 治疗师对患者拇指及其他四指进行被动强化对指及手指抓握训练, 同时利用 Rood 技术诱发偏瘫侧腕关节主动背伸及手指抓握、伸展动作<sup>[8-9]</sup>。以上训练每次持续 40 min, 每日训练 1 次。功能性电刺激: 选用北京产 NMT-91 型多功能神经肌肉治疗仪, 将一对电极分别置于患侧上肢前臂背侧远端 1/3 与 1/2 处, 另一对电极则置于肩部三角肌中部与冈上肌中部, 电刺激频率为 30 Hz, 脉宽 0.3 ms, 电流强度为 20~30 mA, 以能够诱发被刺激部位肌肉收缩且患者感觉舒适为宜, 每次治疗 20 min, 每天治疗 1 次, 治疗 10 d 为 1 个疗程。作业治疗包括: ①滚筒训练, 嘱患者坐在桌子前进行 Bobath 握手, 将滚筒置于患者胸前方, 嘱患者用双手同时用力向前推, 使肩前伸、肘关节伸直, 然

后再将滚筒拉至胸前;②磨砂板训练,嘱患者用健手压住患手,肩关节前伸,肘关节伸直,手指在分指板上进行牵伸训练,并在保持肩关节前伸、肘关节伸直情况下练习肩关节顺时针环绕动作,每组训练 10 次,每天训练 3~5 组;③推杯子训练,嘱患者将患手置于胸前桌子上,手腕屈曲,手掌朝向胸前(拳眼朝上),在患手手背附近放一杯子,要求患者伸手腕和手指将杯子推开,反复练习。以上作业治疗每次持续 45 min,每日治疗 1 次。

2. 上肢康复机器人训练:治疗前首先对患者进行评估,治疗师将患者偏瘫侧上肢缚于上肢康复机器人手臂支架上,要求患者主动进行肩关节前屈/后伸、内收/外展,肘关节屈曲/伸展,前臂旋前/旋后运动,上肢康复机器人系统根据患者完成动作情况自动计算患者各部位活动范围,治疗师则根据评估结果选择合适的训练任务。通过机械手臂上的负重调节器,适当增加或减少偏瘫侧上肢负重,并通过计算机生成虚拟一维、二维或三维游戏环境在显示器上呈现,指导患者根据屏幕提示执行偏瘫侧上肢特定功能动作,主要训练患者偏瘫侧肩关节前屈/后伸、内收/外展、协调控制能力及手抓握力,训练时可通过语音和图像向患者提供实时视觉及语音反馈信息。上述康复机器人训练每次持续 10~20 min,每日训练 1 次,治疗 1 个月为 1 个疗程。

### 三、疗效评定标准

于治疗前、治疗 1 个月后进行疗效评定,具体评定内容包括以下方面。

1. 肩关节活动范围:其数据来源于上肢康复机器人系统评估结果,选取治疗前、后患者肩关节前屈、后伸、水平外展、水平内收共 4 个关节活动范围数据,角度区间越大表示患者肩关节活动范围越大。

2. Fugl-Meyer 运动功能评定上肢部分(Fugl-Meyer assessment upper extremity, FMA-UE):检查患者上肢反射活动、协调运动、分离运动及协调动作完成情况,共计 33 个检查项目,总分 66 分,0 分表示反射不能引出或指定活动无法完成,1 分表示能部分完成,2 分表示反射可引出或指定动作能顺利完成;分数越高表示患者上肢功能越好<sup>[10]</sup>。

3. 改良 Barthel 指数(modified Barthel index, MBI)评分:包括大便控制、小便控制、修饰、洗澡、进食、穿衣、用厕、上下楼梯、转移、步行共 10 个项目,根据患者每项任务完成情况计 0~10 分,满分为 100 分,分数越高表示患者日常生活自理能力越好。

### 四、统计学分析

本研究所得计量资料以( $\bar{x}\pm s$ )表示,采用 SPSS 19.0 版统计学软件包进行数据分析,治疗前、后计量资料组内比较采用独立样本 *t* 检验,治疗前、后计量资料组间比较采用配对样本 *t* 检验, $P<0.05$ 表示差异具有统计学意义。

## 结 果

### 一、治疗前、后 2 组患者肩关节活动范围比较

治疗前 2 组患者肩关节前屈、后伸、水平外展、水平内收范围组间差异均无统计学意义( $P>0.05$ );治疗后 2 组患者肩关节活动范围均较治疗前明显提高( $P<0.05$ );并且以实验组患者肩关节后伸、水平外展、水平内收范围的改善幅度较显著,与对照组间差异均具有统计学意义( $P<0.05$ ),治疗后 2 组患者肩关节前屈范围组间差异仍无统计学意义( $P>0.05$ ),具体数据见表 2。

表 2 治疗前、后 2 组患者肩关节活动范围比较( $^{\circ}$ ,  $\bar{x}\pm s$ )

组别	例数	前屈	后伸	水平外展	水平内收
实验组					
治疗前	20	41.65±18.31	6.00±6.16	46.50±12.36	13.00±5.71
治疗后	20	85.50±33.20 <sup>a</sup>	19.20±9.54 <sup>ab</sup>	66.25±15.63 <sup>ab</sup>	26.65±7.52 <sup>ab</sup>
对照组					
治疗前	20	39.67±17.51	5.30±4.43	45.00±11.31	12.25±5.65
治疗后	20	80.65±25.87 <sup>a</sup>	13.80±6.09 <sup>a</sup>	58.25±10.66 <sup>a</sup>	20.50±5.62 <sup>a</sup>

注:与组内治疗前比较,<sup>a</sup> $P<0.05$ ;与对照组相同时间点比较,<sup>b</sup> $P<0.05$

### 二、治疗前、后 2 组患者 FMA-UE 评分及 MBI 评分比较

治疗前 2 组患者 FMA-UE 评分及 MBI 评分组间差异均无统计学意义( $P>0.05$ );治疗后 2 组患者 FMA-UE 评分及 MBI 评分均较治疗前明显提高( $P<0.05$ ),并且上述指标均以实验组患者的改善幅度较显著,与对照组间差异均具有统计学意义( $P<0.05$ ),具体数据见表 3。

表 3 治疗前、后 2 组患者 FMA-UE 评分及 MBI 评分比较(分,  $\bar{x}\pm s$ )

组别	例数	FMA-UE 评分	MBI 评分
实验组			
治疗前	20	14.60±5.64	21.50±7.45
治疗后	20	44.70±9.11 <sup>ab</sup>	51.50±10.89 <sup>ab</sup>
对照组			
治疗前	20	11.94±3.62	21.25±7.76
治疗后	20	27.05±5.34 <sup>a</sup>	43.25±6.34 <sup>a</sup>

注:与组内治疗前比较,<sup>a</sup> $P<0.05$ ;与对照组相同时间点比较,<sup>b</sup> $P<0.05$

## 讨 论

人类大部分日常活动都需要上肢参与,由于上肢功能恢复较其它部位(特别是下肢)慢,康复效果也没有其它部位显著,患者往往对上肢功能恢复失去信心,而将精力更多放在容易看到训练效果的部位上,忽视了对偏瘫上肢必要的照顾和锻炼,容易诱发一系列偏瘫上肢问题,如关节活动受限、肩痛、肩手综合征、肩关节半脱位、水肿等,使上肢功能恢复更加困难。下肢功能恢复较上肢功能明显,其重要原因之一为下肢承担机体重力负荷,在进行负重站立及平衡训练时,其运动模式与正常模式类似,通过长期、重复训练,能不断输入正确信息有利于脑功能重组,从而加速下肢功能恢复。而传统上肢康复训练往往缺乏与正常运动模式相似的训练方式,缺少有效的正确信息输入,导致训练效果不理想;同时传统上肢康复训练由治疗师运用各种训练手法及器械辅助患者进行训练,其治疗过程单调、枯燥,缺少训练数据反馈,无法及时有效分析训练效果;另外患者主动参与性较差,容易对训练失去兴趣和信心,而且治疗师工作量大、易疲劳,训练效率也较低,亟待改进工作模式。

虚拟上肢康复机器人训练能模拟真实的生活环境,让患者有身临其境的感觉,并可以提供与正常运动模式相似的训练方式,促进正确信息输入有利于功能重建,同时训练趣味性强,更能激发患者热情,提高患者参与康复训练的主动性及兴趣<sup>[11]</sup>。虚拟上肢康复机器人配置的无接触角度传感器能全方位实时

采集患者训练信息并建立患者个人数据库,同时对训练反馈数据进行分析评估,直观显示治疗效果。目前国内已有多家机构利用机器人虚拟现实技术进行了大量基础及临床工作,均取得良好效果<sup>[12-13]</sup>。本研究 2 组脑卒中偏瘫患者经 4 周训练后,发现实验组、对照组 FMA-UE 评分及 MBI 评分均获得一定程度改善,并且上述指标均以实验组患者的改善幅度较显著。上述结果表明,常规康复治疗能促进脑卒中偏瘫患者上肢功能恢复,提高患者日常生活活动能力,如在常规康复治疗基础上辅以上肢机器人康复训练,能进一步激发脑卒中患者偏瘫侧上肢主动运动潜能,从而更有效促进上肢运动功能恢复,提高患者日常生活活动能力。

本研究治疗后 2 组患者肩关节活动范围均较治疗前明显增加,并且实验组肩关节后伸、水平外展、水平内收范围的改善幅度均明显优于对照组水平( $P < 0.05$ ),但治疗后 2 组患者肩关节前屈范围组间差异仍无统计学意义( $P > 0.05$ ),究其原因可能包括:①上肢康复机器人手臂支架安装有减重装置,可减少患者上肢肩外展、内收时负重,但肩前屈活动时手臂支架自身重量会形成运动阻力,从而影响肩关节前屈范围;②上肢康复机器人的手臂支架设计导致患者肩关节前屈受限,故治疗后 2 组患者肩关节前屈范围差异不显著。以上结果表明,上肢康复机器人训练在改善脑卒中患者肩关节后伸、水平外展、水平内收方面效果显著,但在改善前屈活动度方面无明显优势,主要与该设备设计局限性有关,因而在进行上肢康复机器人训练同时,还需有针对性辅以肩前屈训练,从而进一步改善患者肩关节活动范围,提高其偏瘫侧上肢运动控制能力。

对于脑卒中患者来说,上肢康复机器人较治疗师更能保证训练的重复性和稳定性。在训练过程中患者可通过虚拟环境多次练习与实际运动相似的动作,从神经学角度分析,患侧肢体反复、重复训练能增强神经突触作用,促进由运动诱导的神经可塑性进程<sup>[14]</sup>。上肢康复机器人训练能为患者设定个体化运动模式,并保证患者在设定范围内重复运动,从而使上肢有更多机会进行针对性练习,有利于卒中后脑可塑性及功能重组。从运动学角度分析,康复机器人手臂支架的设计根据人体运动学原理,能实时模拟人体上肢运动规律,患者根据自身情况反复观察模仿练习,可减少在真实环境中由错误操作导致的危险;另外该上肢康复机器人系统可实时提供多种形式反馈信息,使枯燥、单调的运动康复训练过程更轻松、有趣和容易,同时患者还可获得成功喜悦。由于上肢康复机器人虚拟训练环境与真实世界具有高度相似性,在虚拟环境中习得的运动技能能更好地应用于现实环境中,促使患者以自然方式与虚拟环境中具有多种感官刺激的对象进行交互,从而更好地调动患者康复积极性及参与性,以促进偏瘫侧上肢运动功能及日常生活活动能力进一步提高。

## 参 考 文 献

[1] 吴兆苏,姚崇华,赵冬.我国人群脑卒中发病率、死亡率的流行病学

研究[J].中华流行病学杂志,2003,24(3):236-239. DOI:10.3760/j.issn.0254-6450.2003.03.020.

- [2] 吴华,顾旭东,时美芳,等.虚拟现实技术结合运动想象疗法对脑卒中患者上肢功能恢复的影响[J].中华物理医学与康复杂志,2014,36(1):43-46. DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2014.01.011.
- [3] 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. DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2013.12.014.
- [4] 中华神经病学学会.各类脑血管疾病诊断要点[J].中华神经科杂志,1996,29(6):379-380. DOI:10.1039/c1sm05140g.
- [5] 王晓青,厉建田,朱其秀,等.早期康复治疗对脑卒中偏瘫患者上肢功能恢复的影响[J].中华物理医学与康复杂志,2009,31(5):339-341. DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2009.05.018.
- [6] 任云萍,李玥莹,李长江,等.任务导向性训练结合肌电生物反馈治疗对脑卒中患者上肢腕背伸功能的影响[J].中华物理医学与康复杂志,2013,35(9):712-715. DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2013.09.010.
- [7] 梁天佳,吴小平,伍明,等.平行杠上支撑训练对偏瘫患者上肢功能恢复的影响[J].中华物理医学与康复杂志,2013,35(4):295-297. DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2013.04.013.
- [8] 梁天佳,吴小平,曹锡忠,等.手抓握强化训练对脑卒中偏瘫患者上肢功能及日常生活活动能力的影响[J].中华物理医学与康复杂志,2012,34(3):227-229. DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2012.03.019.
- [9] 刘凤杰,周达岸,高睿鹏,等.手部强化训练对脑卒中偏瘫患者上肢功能恢复的影响[J].中华物理医学与康复杂志,2013,35(7):557-558. DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2013.07.011.
- [10] 寇程,刘小曼,毕胜.四种上肢功能评定量表用于脑卒中患者的信度研究[J].中华物理医学与康复杂志,2013,35(4):269-272. DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2013.04.007.
- [11] 吴奇勇,聂金莺.智能运动反馈训练系统在脑卒中偏瘫患者手功能及日常生活活动能力训练中的应用[J].中国康复医学杂志,2012,27(2):167-169. DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2012.02.018.
- [12] 陈金,敖丽娟,杨菲菲,等.计算机辅助上肢训练对脑卒中患者与正常人脑可塑性影响的功能磁共振成像对比研究[J].中国康复医学杂志,2013,28(11):990-995. DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2013.11.002.
- [13] 毕胜,季林红,纪树荣,等.依据神经康复原则应用机器人对脑卒中和脑外伤患者上肢运动功能障碍的康复训练[J].中华物理医学与康复杂志,2006,28(8):523-527. DOI:10.3760/j.issn.0254-1424.2006.08.006.
- [14] Liepert J, Bauder H, Wolfgang HR, et al. Treatment induced cortical reorganization after stroke in humans [J]. Stroke, 2000, 31(6):1210-1216. DOI:10.1161/01.STR.31.6.1210.

(修回日期:2015-04-13)

(本文编辑:易浩)