

康复机器人结合动作观察疗法对脑卒中患者 上肢运动功能康复的影响

唐迪, 王方, 王心刚, 李月, 崔向红, 刘东杰, 王丽丽

【摘要】 目的 观察康复机器人结合动作观察疗法对脑卒中患者上肢运动功能康复的作用。方法 选择2022年4-12月在联勤保障部队大连康复疗养中心就诊的初发脑卒中患者46例(病程<3个月)。利用随机数字表法将入选患者分为对照组及试验组,每组23人。两组均接受常规康复治疗及上肢康复机器人训练。上肢康复机器人训练前,试验组采用动作观察疗法观看与上肢有关的日常生活动作和活动视频,之后患者想象自己利用患侧上肢完成这些动作;对照组观看英文字母、汉字、几何图形或没有动物及人的视频。治疗前、治疗4周,采用简式Fugl-Meyer运动功能评分-上肢部分(FMA-UE)、运动评定量表上肢部分(MAS-UE)、改良Barthel指数(MBI)对两组患者进行上肢功能评定。结果 治疗前,两组患者FMA-UE、MAS-UE、MBI评分均无统计学差异($P>0.05$);治疗后,两组FMA-UE、MAS-UE、MBI均显著提高($P<0.001$);治疗后,试验组FMA-UE($P=0.039$)、MAS-UE($P=0.027$)、MBI($P=0.004$)高于对照组,差异具有统计学意义。结论 康复机器人结合动作观察疗法,能够进一步改善脑卒中患者的上肢运动功能,提高日常生活活动能力。

【关键词】 脑卒中;上肢康复机器人;动作观察疗法;上肢;运动

【中国图书分类号】 R493

Effect of rehabilitation robot combined with action observation therapy on rehabilitation of upper limb motor function in stroke patients

TANG Di, WANG Fang, WANG Xingang, LI Yue, CUI Xianghong, LIU Dongjie, and WANG Lili. Military Rehabilitation Center of Diseases of Nervous System, Dalian Rehabilitation and Recuperation Center of PLA Joint Logistics Support Force, Dalian 116013, China

【Abstract】 Objective To explore the effect of rehabilitation robot combined with action observation therapy on the rehabilitation of upper limb motor function in patients with stroke. **Methods** A total of 46 patients with initial stroke (disease course <3 months) selected from Dalian Rehabilitation and Recuperation Center from April to December 2022 were randomly divided into control group ($n=23$) and observation group ($n=23$). Both groups received routine rehabilitation treatment and upper limb robot-assisted therapy. Before the training of robot-assisted therapy, the observation group watched the videos about activities and movements of upper limb, and then were asked to imagine their affected upper limb to complete these activities and movements. The control group watched the videos of geometric figures, letters and others without body or animals. Before treatment and 4 weeks after treatment, they were evaluated with simplified Fugl-Meyer Assessment-Upper Extremities (FMA-UE), Motor Assessment Scale-Upper Extremities (MAS-UE) and modified Barthel Index (MBI). **Results** Before treatment, there were no significant differences in FMA-UE, MAS-UE and MBI scores between the two groups ($P>0.05$). After treatment, FMA-UE, MAS-UE and MBI significantly increased in both groups ($P<0.001$). After treatment, FMA-UE ($P=0.039$), MAS-UE ($P=0.027$) and MBI ($P=0.004$) in the observation group were higher than those in the control group, and the differences were statistically significant. **Conclusions** Rehabilitation robot combined with action observation therapy can further improve the upper limb motor function and the ability of daily living of stroke patients.

【Key words】 stroke; upper limb rehabilitation robot; action observation therapy; upper limb; motor

在我国,脑卒中发病率高,约有85%的脑卒中幸存者,遗留有各类功能障碍^[1]。其中近2/3的患者遗留上肢功能障碍,严重影响其日常生活及工

作^[1]。目前,临床康复治疗多采用作业疗法、功能电刺激、生物反馈治疗等,患者预后欠佳^[2]。“中枢-外周-中枢”闭环康复理论,强调了中枢与外周结合治疗的重要性,是卒中后康复的新理论^[3]。动作观察疗法(action observation therapy, AOT),以镜像神经元理论作为基础,是一种观察模仿其他人动作,从而提升自身运动功能的中枢干预方法^[4]。上肢康复机器人作为一种外周治疗手段,利用机械外骨

基金项目:军队某课题资助

作者简介:唐迪,博士,副主任医师。

作者单位:116013,联勤保障部队大连康复疗养中心全军神经系统疾病康复中心

通讯作者:王方, E-mail: dlkflyzxkx@126.com

髻与虚拟现实技术结合,可以有效改善患者关节活动度及控制能力^[5]。本研究基于“中枢-外周-中枢”闭环康复理论,观察 AOT 结合康复机器人对卒中患者的上肢功能恢复的影响。

1 对象与方法

1.1 对象 选择 2022 年 4-12 月就诊于大连康复疗养中心脑卒中上肢功能障碍患者 46 例。根据患者入院顺序编号,按照随机数字表法分组,分为对照组和试验组,每组 23 例。两组年龄、性别、病程等一般资料比较,无统计学差异($P>0.05$,表 1)。纳入标准:(1)符合第四次全国脑血管病学术会议的脑血管疾病诊断标准^[6],且有 CT 或 MRI 影像学资料证实卒中存在;(2)年龄 <70 岁,病程 <3 个月;(3)患侧上肢肌力 ≥ 2 级,或者Brunnstrom分期 \geq Ⅲ期;(4)简易精神状态量表评分 ≥ 23 分。排除标准:(1)依从性差,不配合治疗;(2)有较为明显的失语或视觉障碍;(3)存在较为严重认知心理障碍;(4)患侧上肢存在疼痛、严重麻木等异常感觉;(5)全身状况差。本研究经院内医学伦理委员会审核通过。所有患者均对研究内容有所了解并签署知情同意书。

表 1 两组脑卒中上肢功能障碍患者一般资料比较

指标	对照组	试验组	χ^2/t	P
年龄/岁	54.52±9.22	55.04±10.49	-0.179	0.859
性别(n ;%)			0.008	0.930
男	15(65.22)	16(69.57)		
女	8(34.78)	7(30.43)		
病程/d	57.35±12.59	60.57±13.42	-0.839	0.406
病变性质(n ;%)			0.093	0.760
梗死	14(60.87)	15(65.22)		
出血	9(39.13)	8(34.78)		
病变侧(n ;%)			0.090	0.765
左	13(56.52)	14(60.87)		
右	10(43.48)	9(39.13)		

1.2 方法 试验组与对照组均接受常规康复治疗及上肢康复机器人训练。

1.2.1 常规康复治疗 根据患者病情,制定康复训练计划,包括:良肢位摆放、被动关节活动、Bobath 技术、Rood 技术、神经肌肉本体感觉促进技术、运动再学习技术、桥式运动、体位转换、重心转移、平衡功能训练、步行训练、上下楼梯训练、滚筒训练、磨砂板

等作业治疗。物理治疗及作业治疗各 30 min,共 1 h,2 次/d,5 d/周,连续训练,共 4 周。

1.2.2 上肢康复机器人训练 采用瑞士 HOCAM 公司生产的 arneo[®] spring 上肢康复机器人进行训练。该设备利用外骨骼装置,给予患者上肢辅助支持,并可通过压力传感手柄与设备上的游戏进行互动。治疗师可根据患者上肢功能情况及个人喜好情况,循序渐进选择不同训练模式。设备共有三种训练模式:(1)单关节模式,主要训练肩肘腕单关节一维平面的屈伸运动,游戏包括水杯接雨、守门接球等;(2)多个关节协调模式,主要训练上肢多关节二维平面运动,游戏包括抛接飞盘、直升机救援等;(3)整体模式,主要训练上肢各关节三维平面整体运动,游戏有汽车驾驶、超市购物等。每次 30 min,1 次/d,5 次/周,连续训练,共 4 周。

1.2.3 动作观察疗法 在每次上肢康复机器人训练前,两组均观看一段视频。试验组患者观看与上肢相关的日常生活动作与活动视频,如洗衣服、擦桌子、洗手刷牙、吃苹果等,共 20 种。每观看一个动作之后,治疗师嘱患者想象用自己的患侧上肢完成刚才的动作。对照组观看英文字母、汉字、几何图形等,或没有动物及人的视频。每次 30 min,1 次/d,5 次/周,连续训练,共 4 周。

1.3 疗效评价标准 在治疗前、治疗 4 周后,同一治疗师对两组患者进行评估,治疗师不了解患者姓名与试验分组,也不参与患者治疗。评估包括:(1)简式 Fugl-Meyer 运动功能评分-上肢部分(simplified fugl-meyer assessment-upper extremities, FMA-UE),反映上肢运动功能状态,量表共有 33 小项内容,每项 0~2 分,分别表示无法完成、可部分完成、可以完全完成,总计 66 分;(2)运动评定量表上肢部分(motor assessment scale-upper extremities, MAS-UE),选择量表中的第 6~8 项,分别代表上肢功能、手的运动及精细活动,共 18 分;(3)改良 Barthel 指数(modified barthel index, MBI),反映日常生活活动能力,量表共有 10 项内容,包括修饰、穿衣、如厕等,共 100 分。

1.4 统计学处理 通过 SPSS 19.0 统计学软件,对所有数据进行统计分析。以 $\bar{x}\pm s$ 表示正态分布计量资料,组间和组内比较采用 t 检验;采用 χ^2 检验比较计数资料。 $P<0.05$ 表示数据具有统计学差异。

2 结果

治疗前,两组患者 FMA-UE、MAS-UE、MBI 评分

均无统计学差异($P>0.05$);治疗后,两组各项指标均显著提高,差异有统计学意义($P<0.001$);治疗后,试验组 FMA-UE、MAS-UE、MBI 均高于对照组,差异具有统计学意义($P<0.05$,表 2)。

表 2 两组脑卒中上肢功能障碍患者治疗前后评分比较
($n=23$; $\bar{x}\pm s$; 分)

指标	对照组	试验组	t	P
FMA-UE				
治疗前	17.74±6.43	18.48±7.28	-0.365	0.717
治疗 4 周	35.43±8.21 ^①	41.09±9.71 ^①	-2.131	0.039
MAS-UE				
治疗前	5.91±2.54	6.00±2.99	-0.106	0.916
治疗 4 周	10.61±1.70 ^①	11.78±1.78 ^①	-2.286	0.027
MBI				
治疗前	31.83±8.63	32.96±8.77	-0.441	0.662
治疗 4 周	60.22±11.28 ^①	70.65±12.21 ^①	-3.010	0.004

注:FMA-UE. 简式 Fugl-Meyer 运动功能评分-上肢部分;MAS-UE. 运动评定量表上肢部分;MBI. 改良 Barthel 指数。与治疗前比较,① $P<0.05$ 。

3 讨 论

脑卒中患者常遗有上肢功能障碍,严重影响日常生活及工作,给家庭及社会造成沉重负担^[7]。上肢功能障碍的康复一直是康复治疗的重点与难点^[7]。研究表明,卒中后上肢功能恢复在发病早期恢复较好,随着时间的推移,功能恢复越来越慢^[8]。目前,临床多为治疗师一对一进行治疗,费时费力,患者接受重复治疗,易产生枯燥感^[8]。因此,寻找相对简单高效的训练方案,显得尤为重要。

上肢康复机器人以神经可塑理论为基础,将康复医学、机械工程学、人体力学以及多媒体技术等结合,帮助患者重新建立正确运动模式,促进上肢功能恢复,效率较高,且疗效得到广泛认可^[9],其原因如下:首先,机器人可以适当减轻患者负重,患者早期(肌力 2 级时)即可进行练习^[10];其次,机器人设计了不同的训练模式,从单关节的单项运动到多关节的联合运动,一直到多关节的分离运动,循序渐进逐步恢复功能^[11];同时,机器人利用多媒体技术,设计了切西瓜、飞盘等游戏,内容丰富多样,患者参与感强,训练积极主动^[12]。不

过,也有研究显示,上肢康复机器人主要关注肩、肘、腕、手等具体关节,治疗整体性差^[11]。因此,部分学者将上肢康复机器人结合作业治疗^[13]、常规康复治疗^[14],取得较好效果。

研究表明,AOT 基于镜像神经元理论,即个体在观察其他个体完成动作时,其运动执行的皮层可以被激活,该区域即为镜像神经元所在位置^[15]。镜像神经元,既在个体完成特定动作时兴奋,也在观察其他个体完成相似或相同动作时兴奋^[15]。研究显示,AOT 治疗时,患者中央前回及辅助运动区均出现明显的兴奋性,该区域既是上肢运动功能皮层,也是镜像神经元分布位置^[16]。因此,AOT 可能激活上肢功能区镜像神经元,促进了上肢运动区皮层的兴奋性,加强了神经重组。也有部分研究显示,AOT 治疗可以激活感觉运动皮质区^[17],或者促进正确运动动作图像的形成^[18]。AOT 可能通过上述机制,促进了卒中患者上肢功能的恢复。

本研究显示,上肢康复机器人联合 AOT,较单纯应用上肢机器人,更能明显改善患者上肢运动功能及日常生活活动能力。根据贾杰^[3]提出的“中枢-外周-中枢”闭环康复理论,主要包括“中枢干预”和“外周干预”两大康复手段。“中枢干预”是给予上肢脑功能区以有效刺激,促进皮质区重建,如本试验中通过 AOT,激活镜像神经元,促进感觉运动皮质恢复^[15];“外周干预”则通过上肢运动感觉刺激,帮助患者建立正确运动模式,如本试验中利用上肢机器人训练,进行肩、肘、腕、手等训练,促进上肢功能恢复^[19]。两者相辅相成,相为促进:一方面机器人通过高强度、针对性、重复性训练,持续给予外周刺激,反馈于中枢神经系统,促进神经功能重组^[20];AOT 激活大脑感觉运动区,进一步有效支配肢体,促进上肢功能恢复^[14]。另一方面,机器人可以提供辅助支持,适合患者早期康复^[21],AOT 通过观看视频及想象即可完成训练^[15],两者均适合于卒中早期或病情较重,无自主上肢运动患者。两者结合,即可早期介入治疗,改善患者功能。

综上所述,上肢康复机器人联合 AOT,可以更有效改善患者运动功能及日常生活活动能力,此方案疗效确切,趣味性强,安全性高,操作简单,值得推广应用。但本研究尚存在一定不足:如由于受观察时间限制,研究的样本量偏少;患者功能评定的指标,缺乏量化(如采用肌电图等)。今后研究将扩大样本量,优化评价指标,以获得更为精准

的结论。

【参考文献】

[1] 中国心血管健康与疾病报告编写组. 中国心血管健康与疾病报告 2020 概要[J]. 中国循环杂志, 2021, 36(6): 521-545.

[2] Coscia M, Maximilian J W, Chaudary U, *et al.* Neurotechnology-aided interventions for upper limb motor rehabilitation in severe chronic stroke [J]. *Brain*, 2019, 142(8): 2182-2197.

[3] 贾杰.“中枢-外周-中枢”闭环康复——脑卒中后手功能康复新理念[J]. 中国康复医学杂志, 2016, 31(11): 1180-1182.

[4] Bai Z, Zhang J, Zhang Z, *et al.* Comparison between movement-based and task-based mirror therapies on improving upper limb functions in patients with stroke: a pilot randomized controlled trial [J]. *Front Neurol*, 2019, 10(10): 288-298.

[5] 余灵, 喻洪流. 上肢康复机器人研究进展[J]. 生物医学工程学进展, 2020, 41(3): 134-143.

[6] 中华医学会神经病学分会中华医学会神经病学分会脑血管病学组. 中国急性缺血性脑卒中诊治指南 2014[J]. 中华神经科杂志, 2015, 48(4): 146-153.

[7] 梁森, 蔡庆, 陈曦, 等. 任务导向训练改善脑卒中患者上肢运动功能和日常生活能力的系统评价[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2021, 43(8): 744-747.

[8] 李宏建. 慢性卒中患者上肢感觉再学习的有效性和可行性[J]. 国际脑血管病杂志, 2022, 30(3): 200-201.

[9] 王平, 刘爱贤. 上肢康复机器人对脑卒中患者上肢功能康复的临床疗效观察[J]. 医学综述, 2019, 25(12): 2492-2496.

[10] Franceschini M, Goffredo M, Pournajaf S, *et al.* Predictors of activities of daily living outcomes after upper limb robot-assisted therapy in subacute stroke patients [J]. *PLoS One*, 2018, 13(2): e0193235.

[11] 何艳, 张通. 机器人辅助训练对脑卒中患者上肢功能的效果[J]. 中国康复理论与实践, 2021, 27(7): 797-801.

[12] Rodgers H, Shaw L, Bosomworth H, *et al.* Robot assisted training for the upper limb after stroke (ratuls): study protocol for a randomised controlled trial [J]. *Trials*, 2017, 18(1): 340.

[13] Iwamoto Y, Imura T, Suzukawa T, *et al.* Combination of exoskeletal upper limb robot and occupational therapy improve activities of daily living function in acute stroke patients [J]. *J Stroke Cerebrovascul Dis*, 2019, 28(7): 2018-2025.

[14] 胡洁, 朱琳, 刘霖, 等. 上肢康复机器人结合常规康复训练对急性期脑卒中患者上肢功能的疗效研究[J]. 中国康复, 2018, 33(6): 448-450.

[15] Zhang J Q, Fong K N, Welage N, *et al.* The activation of the mirror neuron system during action observation and action execution with mirror visual feedback in stroke: a systematic review [J]. *Neural Plast*, 2018:2321045.

[16] Molenberghs P, Cunnington R, Mattingley J B. Brain regions with mirror properties: a meta-analysis of 125 human fMRI studies[J]. *Neurosci Biobehav Rev*, 2012, 36:341-349.

[17] Saleh S, Yarossi M, Manuweera T, *et al.* Network interactions underlying mirror feedback in stroke: a dynamic causal modeling study [J]. *Neuroimage Clin*, 2017, 13:46-54.

[18] 沈芳, 刘虎, 顾旭东, 等. 动作观察法对缺血性脑卒中患者上肢运动功能恢复的影响[J]. 中国物理医学与康复杂志, 2017, 39(3): 184-188.

[19] Rosenthal O, Wing A M, Wyatt J L, *et al.* Boosting robot-assisted rehabilitation of stroke hemiparesis by individualized selection of upper limb movements: a pilot study [J]. *J Neuroeng Rehabil*, 2019, 16(1): 42.

[20] Mehrholz J, Pohl M, Platz T, *et al.* Electromechanical and robot-assisted arm training for improving activities of daily living, arm function, and arm muscle strength after stroke [J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2018, 9(9): CD006876.

[21] 苏丽丽, 方小养, 林玲, 等. 上肢机器人训练对脑卒中偏瘫患者上肢功能影响的研究[J]. 数理医药学杂志, 2021, 34(6): 910-912.

(2023-09-15 收稿 2023-11-16 修回)

(责任编辑 于超奇)