·神经内科专栏·

上肢康复机器人辅助康复训练对亚急性期脑卒中偏瘫患者上肢运动功能的影响

刘阳阳，徐 唱*，刘 洋
（南京医科大学附属淮安第一医院康复医学科，江苏 淮安 223300）

［摘要］ **目的** 探讨亚急性期脑卒中偏瘫上肢康复机器人训练对上肢运动功能的影响。**方法** 选取亚急性期脑卒中偏瘫患者 76 例，依照随机数表法分为 2 组，每组 38 例。2 组均采用康复训练，研究组另给予上肢康复机器人辅助治疗，2 组均干预 3 周。比较 2 组 Fugl-Meyer 运动功能量表评分、功能独立性评分、手功能 Brotez 评分、日常生活能力评分。**结果** 治疗后，2 组 Fugl-Meyer 运动功能量表评分、功能独立性评分、手功能 Brotez 评分、日常生活能力评分高于治疗前，且研究组（28.73±4.88、84.32±15.27、27.28±4.83、81.47±12.81）高于对照组（24.62±4.35、76.15±13.44、23.54±4.19、73.58±12.25）（$P<0.05$）。**结论** 上肢康复机器人辅助康复训练可促进上肢运动功能恢复，提高生活质量。

［关键词］ 卒中；偏瘫；康复机器人 doi:10.3969/j.issn.1007-3205.2024.03.012
［中图分类号］ R743 ［文献标志码］ A ［文章编号］ 1007-3205(2024)03-0321-05

Effect of upper limb rehabilitation robot-assisted rehabilitation training on upper limb motor function in patients with subacute hemiplegia after stroke

LIU Yang-yang, XU Chang*, LIU Yang
(*Department of Rehabilitation Medicine, the First Hospital of Huai'an City Affiliated to Nanjing Medical University, Jiangsu Province, Huai'an* 223300, *China*)

［**Abstract**］ **Objective** To explore the effect of upper limb rehabilitation robot-assisted rehabilitation training on upper limb motor function in patients with subacute hemiplegia after stroke. **Methods** A total of 76 patients with subacute hemiplegia after stroke who were admitted to the hospital were selected and divided into research group ($n=38$) and control group ($n=38$) according to the random number table method. The two groups were treated with rehabilitation training, and the research group was additionally given upper limb rehabilitation robot-assisted therapy. Both groups received intervention for 3 weeks. Fugl-Meyer Motor Function Scale score, functional independence score, Brotez hand function score and activity of daily living (ADL) score were compared between two groups. **Results** After treatment, Fugl-Meyer Motor Function Scale score, functional independence score, Brotez hand function score and ADL score in both groups were higher than those before treatment, and higher in the research group (28.73±4.88, 84.32±15.27, 27.28±4.83, 81.47±12.81), respectively than in the control group (24.62±4.35, 76.15±13.44, 23.54±4.19, 73.58±12.25) ($P<0.05$). **Conclusion** The upper limb rehabilitation robot-assisted training can improve recovery of motor function of the upper limbs and the quality of life.

［**Key words**］ stroke; hemiplegia; rehabilitation robot

第一届国际脑卒中恢复与康复圆桌会议将脑卒中分为超急性期（<24 h）、急性期（1～7 d）、亚急性期（7 d～6 个月）及慢性期（>6 个月），其中亚急性期脑卒中患者一般病情较为稳定，但患者病情仍有进一步加重的可能[1-2]。脑卒中偏瘫患者 65％存

［收稿日期］2023－02－23
［基金项目］江苏省自然科学基金青年项目（BK20190601）
［作者简介］刘阳阳（1994－），男，江苏淮安人，南京医科大学附属淮安第一医院技师，医学学士，从事神经系统疾病康复诊疗研究。
* 通信作者。E-mail:xc10241024@163.com

在上肢运动功能障碍[3-4]。临床治疗亚急性期脑卒中偏瘫多采用康复训练，通过上肢分离运动、控制能力以及协调能力训练恢复运动功能[5-6]。然而，常规康复训练过程较为枯燥，患者持续主动参与性不强，进而影响康复效果[7]。近年来，随着康复机器人的出现，越来越多的偏瘫患者采用康复机器人辅助完成肢体康复运动，采用射击、拼图、击球等多种游戏模式进行康复训练，增加训练趣味性和目的性[8-10]。然而，康复机器人在上肢运动功能中的研究较少。故纳入76例上肢偏瘫患者，进行分组对照研究，现报告如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2020年2月—2021年8月医院收治的亚急性期脑卒中偏瘫患者76例为研究对象，依照随机数表法分为研究组和对照组，每组38例。2组一般资料比较差异无统计学意义（$P>0.05$），具有可比性，见表1。

纳入标准：均符合《脑卒中康复管理》[11]中亚急性期（发病7 d～6个月）脑卒中偏瘫诊断标准；均为脑卒中引起的上肢功能障碍；年龄42～82岁；均知情同意。排除标准：复发性脑卒中；心肝肾严重功能障碍患者；其他原因导致的上肢功能受限；精神疾病；软组织损伤，急性关节炎，骨折患者；严重器质性疾病患者。

本研究经医院医学伦理委员会批准。

表1 2组一般资料比较

Table 1 Comparison of general information between the two groups

（$n=38$）

组别	性别（例数）		年龄（$\bar{x}\pm s$，岁）	偏瘫病程（$\bar{x}\pm s$，d）	脑卒中类型（例数）		偏瘫侧别（例数）	
	男性	女性			脑出血	脑梗死	左侧	右侧
研究组	22	16	61.24±10.10	28.87±5.61	16	22	18	20
对照组	20	18	62.11±10.95	28.21±5.17	15	23	15	23
χ^2/t 值	0.213		0.360	0.533	0.054		0.211	
P 值	0.645		0.720	0.595	0.815		0.646	

1.2 方法 对照组采用康复训练，包括上肢控制能力、协调能力训练，通过捡、拍、抓、上举、下摆、对指等动作进行训练，每次训练40 min，每日训练1次，共训练3周。

研究组另采用一康上肢智能康复训练系统进行肩关节、肘关节、前臂、手训练，将患者上肢绑定在操作杆上，根据屏幕提示完成训练内容。设置游戏模式，对于上肢肌力较差患者采用一维和二维模式训练，其中，一维模式主要针对上肢单个关节训练，训练内容包括拔萝卜、飞镖、捕鱼、打气球等，患者移动操作杆完成游戏内容；二维训练主要是关节协调训练，通过射击游戏、趣味拼图、颜色识别等进行训练，患者根据记忆移动操作杆，根据患者病情选择针对性训练；对于肌张力较高患者，主要采用三维训练，通过击球、水果忍者游戏等。进行练习，根据患者病情调整游戏难度，循序渐进，每个模块可自由调节时间，开始在医师指导下完成，随着病情好转逐渐过渡为独立训练，每次训练20 min，1次/d，共训练3周。

1.3 研究指标 ①比较2组运动功能评分，采用Fugl-Meyer量表评定，包括肩部运动、肘部运动、腕部运动等，总分66分，分数越高表示患者恢复越好[12]。②功能独立性评分评定主要包括括约肌运动、转移，交流、社会认知等18个项目，总分126分，分数越高表示患者功能独立性越好[13]。③手功能Brotez评分，由7项日常生活导向测试任务组成，总分60分，分数越高表示患者手功能恢复越好[14]。④日常生活能力评分，采用改良Barthel指数评定，包括进食、穿衣等内容[15]，总分100分，分值越高代表日常生活能力越强。

1.4 统计学方法 应用SPSS 22.0统计软件分析数据。计量资料比较采用独立样本 t 检验和配对 t 检验；计数资料比较采用 χ^2 检验和Fisher确切概率法。$P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 2组Fugl-Meyer运动功能量表评分比较 治疗前，2组Fugl-Meyer运动功能量表评分比较差异无统计学意义（$P>0.05$）；治疗后，2组Fugl-Meyer运动功能量表评分均高于治疗前，且研究组高于对照组，差异有统计学意义（$P<0.05$），见表2。

2.2 比较2组功能独立性评分 治疗前，2组功能独立性评分比较差异无统计学意义（$P>0.05$）；治疗后，2组功能独立性评分均高于治疗前，且研究组高于对照组，差异有统计学意义（$P<0.05$），见表3。

2.3 2组手功能Brotez评分比较 治疗前，2组手功能Brotez评分比较差异无统计学意义（$P>$

0.05)；治疗后，2组手功能Brotez评分均高于治疗前，且研究组高于对照组，差异有统计学意义（$P<0.05$），见表4。

2.4　2组日常生活能力评分比较　治疗前，2组日常生活能力评分比较差异无统计学意义（$P>0.05$）；治疗后，2组日常生活能力评分均高于治疗前，且研究组高于对照组，差异有统计学意义（$P<0.05$），见表5。

表2　2组Fugl-Meyer运动功能量表评分比较

Table 2　Comparison of Fugl-Meyer motor function scale scores between the two groups

（$n=38$，$\bar{x}\pm s$，分）

组别	治疗前	治疗后
研究组	15.33±2.47	28.73±4.88*
对照组	16.02±2.56	24.62±4.35*
t 值	1.196	3.876
P 值	0.236	<0.001

* P 值<0.05 与治疗前比较（配对 t 检验）

表3　2组功能独立性评分比较

Table 3　Comparison of functional independence scores between the two groups

（$n=38$，$\bar{x}\pm s$，分）

组别	治疗前	治疗后
研究组	62.51±9.85	84.32±15.27*
对照组	64.08±10.37	76.15±13.44*
t 值	0.677	2.476
P 值	0.501	0.016

* P 值<0.05 与治疗前比较（配对 t 检验）

表4　2组手功能Brotez评分比较

Table 4　Comparison of Brotez hand function score between the two groups

（$n=38$，$\bar{x}\pm s$，分）

组别	治疗前	治疗后
研究组	15.94±2.24	27.28±4.83*
对照组	16.38±2.89	23.54±4.19*
t 值	0.742	3.606
P 值	0.461	<0.001

* P 值<0.05 与治疗前比较（配对 t 检验）

表5　2组日常生活能力评分比较

Table 5　Comparison of ability of daily living scores between the two groups

（$n=38$，$\bar{x}\pm s$，分）

组别	治疗前	治疗后
研究组	54.12±9.60	81.47±12.81*
对照组	56.34±10.43	73.58±12.25*
t 值	0.965	2.744
P 值	0.337	0.008

* P 值<0.05 与治疗前比较（配对 t 检验）

3　讨　论

偏瘫是由脑卒中等脑部病变引起的单侧神经肌功能障碍，脑部病变后上运动神经元出现萎缩，导致运动神经元损伤以及麻痹肌的去神经电位和形态学发生变化[16]。上肢运动功能障碍是亚急性期脑卒中偏瘫患者常见并发症，常导致患者日常生活受限，由于日常生活中吃饭、穿衣、上厕所等活动对上肢依赖性较强，患者上肢运动功能障碍对生活产生的影响更大，此外，上肢功能障碍持续时间相对较长，且恢复效果较差，约50%的患者存在中重度上肢运动功能障碍[17]。康复训练多采用常规康复训练，训练方式较为单一，训练过程枯燥无趣，多数患者不能长期坚持训练，影响康复进程[18]。针灸推拿、肌电生物反馈、镜像疗法等用于上肢功能障碍患者治疗疗效不一，上述方法虽然操作简单，患者易于接受，但治疗时间较长，多数患者难以长期坚持，导致治疗效果一般[19]。上肢运动功能障碍康复训练是一个漫长而复杂的过程，在短时间内进行的干预训练不会对运动功能恢复产生很大影响，尤其是运动功能严重受损患者[20]。改善上肢功能是康复训练的主要治疗目标，以最大限度地提高患者的功能恢复并降低长期致残风险。

本研究结果显示，治疗后，研究组运动功能评分、功能独立性评分、手功能Brotez评分以及日常生活能力评分均高于对照组。亚急性期脑卒中偏瘫患者致残的根本原因是中枢神经系统受损，运动功能神经系统控制失调，且上肢运动功能较为复杂，而传统康复训练对脑部损伤的中枢神经刺激不足，患者恢复相对较慢[21]。上肢康复机器人训练采用主动运动辅助模式和被动运动模式相结合，按照导向性训练内容，包括运动、听觉、视觉等多种虚拟情景，运用丰富有趣的游戏与虚拟模式训练相结合，形成丰富的环境刺激，并且可以将训练结果反馈到电脑屏幕，患者可以实时感知反馈信息，有助于激活细胞重塑相关的基因表达，促进轴突延伸和新突触联系的建立，促进增殖细胞向脑梗死区域迁移[22]。上肢康复机器人训练可以提供一定规律变化的反向阻尼，进而有效刺激控制上肢运动的脑部中枢神经，促进神经轴突突触间联系以及神经侧支再生，激活大脑功能并重塑[23]。上肢康复机器人机械臂设计依据人体功效学，对偏瘫患者患肢具有很好的支撑作用，能够对肩关节、肘关节、腕关节主动训练[24]。康复机器人训练包括一维、二维和三维3种训练模式，一维训练主要针对单关节训练，二维训练可以对多

个关节进行协调训练，三维训练在二维的基础上对上肢关节活动进行三维空间训练，不同训练模式均以捕鱼、拼图、击球等游戏方式进行，极大地提高了患者主动训练的兴趣，患者可以根据任务导向提示，完成针对性训练动作[25]。此外，上肢康复机器人训练根据患者不同康复阶段制定精细化针对性训练，采用一系列特定运动轨迹完成上肢关节活动训练，结合视觉反馈和治疗数据进行重复性强化训练，可以增加患者关节活动度，协调关节灵活性，逐步完成关节分离、联合运动[26]。相关研究[27]表明，机器人康复训练基于视觉生物反馈技术，通过虚拟游戏“任务”为康复运动赋予实际意义，提高患者训练积极性，对于提高患者训练效率具有重要作用。李希等[28]研究报道，上肢康复机器人采用程序化训练刺激大脑运动神经控制系统，诱导神经可塑性变化，刺激运动神经元兴奋并触发感觉运动重组，采用交互式机动设备，可实现肢体活动的精细分级和精确测量，通过控制每个节段的位移来辅助肢体运动，在两个或三个空间维度上完成各种训练，逐步促进感觉功能恢复[29]。上肢康复机器人可以实施精确调整运动参数，根据患者生理信号变化，制定适宜的力量参数，并且可以对繁杂的训练动作进行反复训练，保证运动往返的连续性[30]。然而，本研究仅纳入76例患者，样本较小，使统计效能降低，所涉及指标均为量表，缺乏量化指标，且未进行远期随访，仍需扩大样本，延长随访时间，进一步证实研究结果，并深入探究上肢康复机器人训练改善患者上肢运动功能的具体作用机制。

综上所述，亚急性期脑卒中偏瘫患者上肢康复机器人训练促进上肢运动功能恢复，提高生活质量。

[参考文献]

[1] 邵珠燕，乔建红，刘芮杉，等.脑卒中患者及配偶二元应对的研究进展[J].护理与康复，2023，22(2)：84－86，91.

[2] Lin LC，Liao CD，Wu CW，et al. Effect of arm sling application on gait and balance in patients with post-stroke hemiplegia：a systematic review and meta-analysis[J]. Sci Rep，2021，11(1)：11161.

[3] 危昔均，韦亦茜，秦萍，等.基于沉浸式虚拟现实脑卒中偏瘫上肢功能康复系统构建及临床可行性研究[J].中西医结合心脑血管病杂志，2021，19(11)：1949－1952.

[4] Wang SJ，Lee CH，Kang HG，et al. Peripheral vasoreactivity in acute ischemic stroke with hemiplegia[J]. Sci Rep，2021，11(1)：8531.

[5] 宋明娟，覃静，许东升，等.神经肌电刺激联合躯干控制训练对脑卒中急性期偏瘫患者躯干功能障碍及生活能力的影响[J].医药论坛杂志，2022，43(9)：7－10.

[6] 熊明月，赵亚雯，盘喆，等.视觉提示激光手杖在亚急性期偏瘫步行训练中的运用[J].康复学报，2021，31(5)：420－424.

[7] Chen ZJ，He C，Xia N，et al. Association between finger-to-nose kinematics and upper extremity motor function in subacute stroke：a principal component analysis [J]. Front Bioeng Biotechnol，2021，17(1)：10－18.

[8] 刘莉莉，王玲，于峰.脑电仿生电刺激联合上肢智能力反馈康复机器人治疗老年急性缺血性脑卒中的临床研究[J].中西医结合心脑血管病杂志，2021，19(23)：4148－4151.

[9] 崔庆凤，杨李，郑世柱.引导式教育在提高脑性瘫痪患儿粗大运动和认知功能的疗效分析[J].河北医科大学学报，2022，43(3)：307－310.

[10] Lee HC，Kuo FL，Lin YN，et al. Effects of robot-assisted rehabilitation on hand function of people with stroke：a randomized，crossover-controlled，assessor-blinded study [J]. Am J Occup Ther，2021，75(1)：750－759.

[11] 周宏珍，周君桂.脑卒中康复管理[M].北京：军医科学出版社，2015：95－96.

[12] 张洁，王春方，杨飞，等.阴极经颅直流电刺激联合机器人治疗对脑卒中后上肢功能障碍的影响[J].中华物理医学与康复杂志，2021，43(3)：235－238.

[13] 孙慧，许坚.早期综合康复护理对脑卒中偏瘫患者肢体运动及神经功能的干预效果[J].贵州医药，2021，45(2)：330－331.

[14] 张燕，周慧军，倪缪苗，等.阶段康复护理对老年脑卒中偏瘫患者上肢及手功能障碍的影响[J].老年医学与保健，2020，26(4)：666－669.

[15] 吴艳，傅登群，严小览.全身振动训练对脑卒中恢复期患者上肢功能的影响[J].重庆医学，2022，51(11)：1886－1889.

[16] 吕学海，刘运平，叶秋椏，等.Bobath技术联合肌电生物反馈对脑卒中患者痉挛性偏瘫运动功能及脊髓运动神经元兴奋性的影响[J].河北医药，2021，43(10)：1505－1508.

[17] 黄竹青，石岩，闫文佼，等.运动想象疗法联合PNF躯干模式训练对脑卒中偏瘫患者上肢功能、步行功能和躯干控制能力的影响[J].现代生物医学进展，2021，21(19)：3728－3732.

[18] 夏道进，熊贤诗，吕玉琴，等.双侧上肢经皮穴位电刺激对亚急性脑卒中偏瘫患者上肢功能的效果[J].中国康复理论与实践，2021，27(11)：1318－1322.

[19] 柴德君，胡斌，房城，等.川平法联合肌电生物反馈对偏瘫后手功能恢复的疗效分析[J].中国现代医学杂志，2022，32(17)：88－92.

[20] 冯子桐，林润，罗菁，等.针刺联合康复训练治疗缺血性脑卒中上肢运动功能障碍的Meta分析[J].广州中医药大学学报，2022，39(3)：703－711.

[21] Duc Nguyen M，Van Tran T，Vinh NQ，et al. Effectiveness on post-stroke hemiplegia in patients：electroacupuncture plus cycling electroacupuncture alone[J]. J Tradit Chin Med，2023，43(2)：352－358.

[22] 王梁，朱冬燕，徐倩，等.上肢康复机器人辅助训练联合镜像疗法对脑卒中单侧空间忽略的疗效[J].华西医学，2021，36(4)：471－475.

[23] Hu Y，Tian J，Wen X，et al. Clinical effects of MOTOmed intelligent exercise training combined with intensive walking training on the rehabilitation of walking，nerve and lower limb

functions among patients with hemiplegia after stroke[J]. Pak J Med Sci,2022,38(5):1222－1227.

[24] 何友泽,宋健,吴劲松.上肢康复机器人在脑卒中后运动功能障碍中应用研究进展[J].中国老年学杂志,2022,42(15):3866－3870.

[25] 袁博,李开南,贾子善.不同模式平衡障碍康复机器人训练老年全髋关节置换后的效果比较[J].中国组织工程研究,2022,26(36):5826－5830.

[26] 钮晟佳,杨卫新,张大伟,等.上肢机器人联合川平疗法对脑卒中患者上肢运动功能及日常生活活动能力的影响[J].中国康复医学杂志,2021,36(8):1003－1005.

[27] Jiang S,You H,Zhao W,et al. Effects of short-term upper limb robot-assisted therapy on the rehabilitation of sub-acute stroke patients [J]. Technol Health Care,2021,29(2):295－303.

[28] 李希,王秉翔,李娜,等.下肢外骨骼机器人康复训练对脑卒中偏瘫患者下肢运动的影响[J].山东大学学报(医学版),2023,61(3):121－126,133.

[29] 刘明月,李哲,曹永生,等.基于运动表象的脑机接口训练对亚急性期脑卒中患者手功能康复的效果[J].中国康复理论与实践,2023,29(1):71－76.

[30] Aprile I,Guardati G,Cipollini V,et al. Influence of cognitive impairment on the recovery of subjects with subacute stroke undergoing upper limb robotic rehabilitation [J]. Brain Sci,2021,11(5):587－595.

(本文编辑:何祯)