

· 临床研究 ·

上肢机器人治疗联合肌电生物反馈
对急性脑卒中患者上肢功能的影响

刘震 张盘德 容小川 皮周凯 李桂恩 林楚克 张晋昕

【摘要】目的 研究上肢机器人治疗联合肌电生物反馈对急性脑卒中患者上肢功能的影响。**方法** 将急性期脑卒中患者 30 例按随机数字表法分为治疗组和对照组,每组 15 例。对照组给予常规康复治疗 and 肌电生物反馈治疗;治疗组在对照组治疗方案的基础上增加上肢机器人治疗。分别于治疗前、治疗 3 周后、治疗结束 3 个月后采用简式 Fugl-Meyer 上肢功能评分(FMA)进行上肢运动功能的评定,采用功能独立性评定量表(FIM)进行日常生活活动能力的评定。**结果** 治疗 3 周后和治疗结束 3 个月后,2 组患者的 FMA 和 FIM 评分均显著优于组内治疗前($P < 0.05$);治疗 3 周后,2 组患者的 FMA 评分组间差异无统计学意义($P > 0.05$),治疗结束 3 个月后,治疗组的 FMA 为(47.53 ± 10.65)分,显著优于对照组同时时间点的(34.73 ± 8.14)分($P < 0.05$);而治疗 3 周后和治疗结束 3 个月后,2 组患者的 FIM 评分组间差异无统计学意义($P > 0.05$)。**结论** 上肢机器人联合肌电生物反馈可显著改善急性脑卒中患者的上肢运动功能,且疗效显著优于单纯的肌电生物反馈,但在日常生活活动能力的改善方面未见特别优势。

【关键词】 机器人治疗; 肌电生物反馈; 急性脑卒中; 上肢; 功能

Robot-assisted upper-limb therapy combined with electromyographic biofeedback after stroke Liu Zhen*, Zhang Pande, Rong Xiaochuan, Pi Zhoukai, Li Guen, Lin Chuke, Zhang Jinxin. * Department of Rehabilitation Medicine, First People's Hospital of Foshan, Foshan 528000, China
Corresponding author: Zhang Pande, Email: zhangpd@21cn.com

【Abstract】Objective To study the effects of robot-assisted therapy combined with electromyographic biofeedback (EMGBF) on upper limb function after stroke. **Methods** Thirty acute stroke patients were randomly divided into two groups of 15. The patients in the control group received a conventional rehabilitation program and EMGBF. The patients in the treatment group received robot-assisted therapy for 30 minutes daily, 6 days a week for 3 weeks combined with EMGBF on the basis of the conventional rehabilitation program. Upper limb motor function and ability in the activities of daily living (ADL) were assessed with the Fugl-Meyer upper extremity assessment (FMA) and a functional independence measure (FIM) before treatment, at 3 weeks and 3 months after treatment. **Results** After treatment the FMA and FIM scores of both groups were significantly better than before treatment. At 3 weeks after treatment there was no significant difference in the average FMA scores of the two groups, but at 3 months after treatment the patients in the treatment group had significantly better scores. No significant differences in FIM scores were observed at 3 weeks or 3 months. **Conclusions** Robot-assisted therapy combined with EMGBF can improve upper limb motor function significantly in acute stroke patients, and more effectively than EMGBF. But no significant advantage in improvement in ADL performance was observed with Robot-assisted therapy combined with EMGBF over EMGBF.

【Key words】 Robot-assisted therapy; Electromyography; Biofeedback; Stroke; Upper limbs

目前,脑卒中是世界各国导致成人功能障碍的主要因素之一,发病率呈逐年上升趋势,而脑卒中后约 85% 的患者存在不同程度的上肢瘫痪,其中发病 6 个月后仍有上肢瘫痪的占 30% ~ 60%,发病 5 年后仍有

25% 的患者上肢瘫痪严重^[1-2]。近年来,上肢机器人治疗技术和肌电生物反馈是脑卒中上肢康复领域的研究热门,但国内外鲜见将这两种治疗技术联合采用。本研究旨在探讨上肢机器人联合肌电生物反馈对急性脑卒中后上肢功能障碍的影响。

对象与方法

一、研究对象

入选标准:①符合中华医学会第 4 届全国脑血管病会议修订的缺血性脑卒中诊断标准(动脉粥样硬化

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2014.07.006

基金项目:佛山市卫生局医学科研项目(2012034)

作者单位:528000 佛山,广东省佛山市第一人民医院康复医学科(刘震、张盘德、容小川、皮周凯、李桂恩、林楚克);中山大学公共卫生学院统计教研室(张晋昕)

通信作者:张盘德,Email:zhangpd@21cn.com

性血栓性脑梗死)^[3],且存在上肢功能障碍的患者;②急性起病,存在局灶性神经功能缺损症状和体征,头颅 CT 或 MRI 明确有责任梗死病灶;③首发脑卒中,且处于急性期阶段的患者(病程 <30 d);④生命体征平稳,病情稳定,意识清楚,愿意和能够配合治疗;⑤上肢近端肌力 >2 级,能够完成训练;⑦签署知情同意书。

排除标准:①上肢存在严重疼痛、麻木等感觉障碍;②上肢存在严重痉挛,改良 Ashworth 分期 >3 级;③存在严重认知或心理障碍;④全身状况差、有严重心、肺部疾患而不适合早期康复治疗;⑤依从性差,不按要求接受治疗,无法判断疗效的患者。

选取 2011 年 10 月至 2012 年 6 月在佛山市第一人民医院神经内科和康复科住院治疗且符合上述标准的急性脑卒中后上肢功能障碍患者 30 例,按入院顺序依次编号,采用随机数字表法分为上肢机器人智能反馈训练联合肌电生物反馈治疗组(治疗组)和肌电生物反馈治疗组(对照组),每组患者 15 例。2 组患者一般临床资料比较,差异无统计学意义($P > 0.05$),详见表 1。

表 1 2 组患者一般资料

组别	例数	性别(例)		平均年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	平均病程 (d, $\bar{x} \pm s$)	偏瘫侧(例)	
		男	女			左	右
治疗组	15	7	8	61.67 ± 11.72	15 ± 7	8	7
对照组	15	6	9	59.73 ± 12.30	15 ± 6	9	6

组别	例数	合并症(例)				
		高血压病	糖尿病	冠心病	高脂血症	肺心病
治疗组	15	15	5	3	14	2
对照组	15	13	4	5	12	1

二、康复治疗

2 组患者均给予常规神经内科治疗(营养神经、改善循环、抗血小板聚集等)和常规早期康复治疗(包括神经促进技术、电针、气压治疗等);对存在全身合并症或并发症的患者,如糖尿病(2 型)、高血压病、高脂血症、冠心病、肺心病等,按照医疗常规给予相应的降糖、降压、调脂、改善心功能、抗感染等积极治疗。对照组在上述治疗方案的基础上增加肌电生物反馈治疗。治疗组在对照组治疗方案的基础上增加采用上肢机器人智能反馈训练。所有治疗由经过专业培训的医师或治疗师进行。

1. 肌电生物反馈治疗:采用广州三甲医疗公司生产的 WOND2000F4 型肌电反馈治疗仪。患者取坐位,采用三个通道对偏瘫上肢三角肌(前中部)、肱三头肌、前臂伸肌群同时进行刺激,每通道的正、负刺激电极置于肌腹表面皮肤,正、负记录电极各置于相应刺激电极旁,地线电极置于中间。刺激频率为 50 Hz、脉宽 200 μ s,刺激时间 5 s,间歇 10 s。刺激方式为自动调整阈值模式,刺激强度为能明显引起肌肉或关节运动,且

患者能耐受的最大强度。同步刺激上述 3 组肌群,治疗时要求患者做肩外展、伸肘、伸腕动作。治疗前,向患者说明仪器的原理和训练方法,指导患者理解仪器发出的图案指令和声音指令。治疗时,仪器首先发出“用力”的图案指令和声音指令,患者尽可能地用力动作,仪器可实时采集肌肉每次收缩时的最大肌电信号并记录,自动设定阈值(显示屏上以黄色横线显示)。当患者做出下一次肌肉收缩时,如肌电信号强度超过该横线,即可触发一次刺激,同时该次的肌电信号值和阈值均以数字显示在显示屏上;然后仪器发出指令“刺激”,并输出电流辅助完成目标动作;接着发出“维持”的指令,要求患者努力保持当前运动模式;最后仪器发出“放松”指令,指示患者放松休息。如果仪器重复 4 次发出“用力”指令后患者仍未能主动用力产生动作,仪器则输出刺激电流完成目标动作。肌电生物反馈治疗每日 1 次,每次 20 min,每周治疗 6 次,连续治疗 3 周。

2. 上肢机器人智能反馈训练:采用广州一康医疗设备实业有限公司生产的上肢机器人(肢体智能反馈训练系统 A2 版)。上肢机器人特点:①可对上肢行减重训练,为损伤的上肢提供重力补偿,帮助患者更方便地运动并改善其残余的神经肌肉支配能力;②可单独训练特定的关节或多个关节复合训练;③可实现视觉语音的实时反馈,在虚拟环境中对患者进行功能性和趣味性的视频游戏训练,使患者感受到训练的乐趣,激励患者更努力地训练;④患者可同时选择适合的单个或多个游戏项目进行训练。以摘苹果训练为例:患者取坐位,将患者和机器人绑定(使患者上肢肩关节、肘关节与手臂支架的肩关节、肘关节分别对齐),调节上臂与前臂负重调节器,对训练系统进行设置(包括训练难度、握力大小、训练时间等);然后在摘苹果训练界面选择多关节训练,开始模拟生活中摘苹果的劳动过程,训练时患者需要重复采摘苹果树上不同位置的苹果,然后将苹果放回篮中。该训练可对患者进行“重复性、功能性、任务导向性的治疗”^[4]。上肢机器人智能反馈训练每日 1 次,每次 30 min,每周治疗 6 次,连续治疗 3 周。

治疗过程中需要记录患者的一般情况(包括全身合并症或并发症)和具体治疗情况:如具体治疗时间、次数、完成情况以及不良反应或不良事件(包括上肢疼痛、肌肉疲劳、骨折、血压变化、各种心律失常等)。

三、评定方法

于治疗前、治疗 3 周后和治疗结束 3 个月后,分别采用简式 Fugl-Meyer 上肢功能评分(Fugl-Meyer Assessment, FMA)和功能独立性评定量表(Functional Independence Measure, FIM)分别评估 2 组患者的上肢运

动功能和日常生活活动能力。

FMA 评定分为 33 项内容,每项内容得分分别为 0、1 和 2 分,总分为 66 分,得分越高表示上肢运动功能的恢复越好^[5]。FIM 评定采用 7 分制,得分越高,独立性越好,依赖性越小^[6]。

四、统计学分析

应用 SPSS 13.0 版统计学软件进行统计学分析。2 组间年龄差异的比较采用两独立样本 t 检验;2 组间性别、偏瘫部位的比较采用两独立样本 χ^2 检验;2 组间病程的比较采用两独立样本秩和检验;2 组间 FMA 和 FIM 评分的差异采用两组重复测量资料的方差分析;进一步的两组间比较,采用两独立样本 t 检验;同一组内,治疗前、后的比较采用配对 t 检验。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

治疗过程中,2 组患者均未出现与治疗相关的严重不良事件或不良反应发生,治疗组有 2 例患者出现轻度上肢酸痛,休息后缓解。治疗前,2 组患者的 FMA 及 FIM 评分的组间差异无统计学意义($P > 0.05$)。治疗 3 周后和治疗结束 3 个月后,2 组患者的 FMA 和 FIM 评分均显著优于组内治疗前($P < 0.05$);治疗 3 周后,2 组患者的 FMA 评分组间差异无统计学意义($P > 0.05$),治疗结束 3 个月后,治疗组的 FMA 为 (47.53 ± 10.65) 分,显著优于对照组同时时间点的 (34.73 ± 8.14) 分($P < 0.05$);而治疗 3 周后和治疗结束 3 个月后,2 组患者的 FIM 评分组间差异无统计学意义($P > 0.05$),详见表 2。

表 2 2 组患者各时间点 FMA 和 FIM 评分比较(分, $\bar{x} \pm s$)

组别	例数	FMA	FIM
治疗组			
治疗前	15	28.87 ± 6.71	38.13 ± 15.18
治疗 3 周后	15	38.20 ± 11.48^a	63.27 ± 18.18^a
治疗结束 3 个月后	15	47.53 ± 10.65^{ab}	83.80 ± 19.73^a
对照组			
治疗前	15	27.73 ± 6.89	38.87 ± 15.99
治疗 3 周后	15	31.40 ± 8.41^a	58.33 ± 17.43^a
治疗结束 3 个月后	15	34.73 ± 8.14^a	72.73 ± 18.14^a

注:与组内治疗前比较,^a $P < 0.05$;与对照组同时时间点比较,^b $P < 0.05$

讨 论

近年的研究表明,对于急性、亚急性、慢性脑卒中患者,机器人治疗均可减轻其瘫痪上肢的损害程度,提高其上肢运动功能^[7-9]。国外有专家对上肢功能障碍脑卒中患者推荐机器人治疗,其循证医学证据达 A、B 级^[8]。

肌电生物反馈疗法可通过表面肌电仪检测出瘫痪肢体自主收缩时产生的微弱肌电信号,将其转换为视听信号,使患者能感知肌肉收缩强度,提高其主动参与性,强化实现难以完成的动作。肌电生物反馈治疗可激活中枢神经系统中的潜在性突触,或形成新的突触联系,重建神经环路,从而促进瘫痪肢体的功能恢复^[8,10]。有研究证实,肌电生物反馈疗法改善上肢运动功能的循证医学证据达 B 级^[8]。

肌电生物反馈治疗可改善上肢伸肌肌力,在此基础上增加上肢机器人训练,可为患肢提供一定强度的、有趣的、重复性、功能性训练,从而更有效地促进上肢运动功能的恢复。本研究依据国内外的临床研究成果和科学理论,对存在上肢功能障碍的急性脑卒中患者,在常规康复治疗基础上,采取了上肢机器人联合肌电生物反馈的治疗方案,结果表明,治疗结束 3 个月后,治疗组的 FMA 评分更高,即上肢机器人联合肌电生物反馈治疗可更好地改善患者的上肢运动功能。治疗 3 周后,治疗组的 FMA 评分与对照组同时时间点比较,差异无统计学意义($P > 0.05$),其原因可能为,本研究治疗前,2 组患者 FMA 评分均 > 20 分,提示存在中重度上肢运动功能障碍,治疗难度大,且上肢功能恢复的时间规律较下肢更晚、更慢^[11],因此治疗组在治疗 3 周后未表现出更显著的运动功能改善。另外,上肢机器人可能有长期的治疗效应,可帮助患者在日常生活中更好地利用和训练上肢,治疗积极性更高,因此在随访时仍能进一步地改善功能^[7]。

本研究中,治疗 3 周后和治疗结束后 3 个月,2 组患者的 FIM 评分组间差异无统计学意义($P > 0.05$),提示机器人联合肌电生物反馈治疗在改善脑卒中患者日常生活活动能力方面没有显著优势。2012 年 Mehrholz 的 Meta 分析也表明^[9]:机器人治疗可改善脑卒中患者的上肢运动功能,但无论是在急性期、亚急性期还是慢性期阶段,机器人治疗都未能明显改善其日常生活活动能力。其可能的原因为:脑卒中后运动功能损害的严重程度、发病年龄是患者日常生活活动能力的早期预测因素^[12],当脑卒中发生后,上肢运动功能障碍越严重,意味着治疗效果越差,功能预后越差。本研究中,2 组患者均存在中重度上肢运动功能障碍,治疗难度大,上肢机器人训练并不能使上肢恢复到更好地完成日常生活活动能力的程度(活动和参与的层次);另外,当患者存在中重度上肢运动障碍时,FIM 评分量表的敏感性降低,不能很好地评定上肢功能的改善情况,同时 FIM 评定的内容主要反映的是人的整体功能,其影响因素不单是上肢功能,下肢功能的不同也会影响评分结果,故 FIM 量表不能完全客观地反映中重度上肢运动障碍患者上肢功能的改善情况^[7,11]。

本研究所采用的上肢机器人属于外骨骼式机器人,主要用于改善上肢近端和前臂功能,但需要患肢近端肌力 2 级以上才可操控使用,且不能进行远端(腕、手指)的训练。肌电生物反馈治疗很好地弥补了该上肢机器人的缺点,可以早期进行腕、指功能训练,两种方法的联合应用更加有助于上肢功能的恢复。

综上所述,本次初步证实:采用上肢机器人联合肌电生物反馈的治疗上肢运动功能障碍急性脑卒中患者,可显著改善患者的上肢运动功能,且疗效显著优于单纯的肌电生物反馈,但在日常生活活动能力的改善方面未见特别优势。本次研究仍有许多不足之处,如样本量较少、随访时间较短,未能进一步分组讨论不同治疗强度对疗效的影响,未能从“身体结构和功能”、“活动”、“参与”的三个层次进行全面的评定,上述这些课题组将在今后的临床研究中进一步努力完善。

参 考 文 献

- [1] Lloyd-Jones D, Adams RJ, Brown TM, et al. Heart disease and stroke statistics--2010 update: a report from the American Heart Association [J]. *Circulation*, 2010, 121(7): e46-e215.
- [2] Rosamond W, Flegal K, Furie K, et al. Heart disease and stroke statistics-2008 update: a report from the American Heart Association Statistics Committee and Stroke Statistics Subcommittee [J]. *Circulation*, 2008, 117(4): e25-146.
- [3] 中华神经科学会, 中华神经外科学会. 各类脑血管病诊断要点 [J]. *中华神经科杂志*, 1996, 29(6): 379-380.
- [4] Van Peppen RP, Kwakkel G, Wood-Dauphinee S, et al. The impact of physical therapy on functional outcomes after stroke: what's the evidence [J]. *Clin Rehabil*, 2004, 18(8): 833-862.
- [5] 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(1): 13-31.
- [6] Bates BE, Stineman MG. Outcome indicators for stroke: application of an algorithm treatment across the continuum of postacute rehabilitation services [J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 2000, 81(11): 1468-1478.
- [7] Kwakkel G, Kollen BJ, Krebs HI. Effects of robot-assisted therapy on upper limb recovery after stroke: a systematic review. [J]. *Neurorehabil Neural Repair*, 2008, 22(2): 111-121.
- [8] Langhorne P, Bernhardt J, Kwakkel G. Stroke rehabilitation [J]. *Lancet*, 2011, 377(9778): 1693-1702.
- [9] Mehrholz J, Hädrich A, Platz T, et al. Electromechanical and robot-assisted arm training for improving generic activities of daily living, arm function, and arm muscle strength after stroke [J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2012, 13: CD006876.
- [10] 章鑫, 廖维靖, 徐向东, 等. 肌电生物反馈疗法治疗脑卒中早期患者上肢功能障碍 [J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2011, 33(10): 779-780.
- [11] Sivan M, O'Connor RJ, Makower S, et al. Systematic review of outcome measures used in the evaluation of robot-assisted upper limb exercise in stroke [J]. *J Rehabil Med*, 2011, 43(3): 181-189.
- [12] Veerbeek JM, Kwakkel G, van Wegen EE, et al. Early prediction of outcome of activities of daily living after stroke: a systematic review [J]. *Stroke*, 2011, 42(5): 1482-1488.

(修回日期: 2014-05-15)

(本文编辑: 阮仕衡)

优化运动技巧对脑卒中后上肢及手部精细功能恢复的影响

郭根平 江玉权

【摘要】目的 探讨优化运动技巧对脑卒中后上肢及手部精细功能恢复的影响。**方法** 选取脑卒中患者 68 例,按随机数字表法将其分为训练组和对照组,每组 34 例。2 组患者均给予常规康复训练,训练组在此基础上增加优化运动技巧训练。训练前及训练 6 周后,采用 Fugl-Meyer 量表(FMA)上肢运动功能评分、改良 Barthel 指数(MBI)、Carr-Shepherd 手精细功能评分对 2 组患者的康复疗效进行评定。**结果** 训练前,2 组患者 FMA 上肢运动功能评分、MBI 及 Carr-Shepherd 手精细功能评分比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。与组内训练前比较,2 组患者训练 6 周后 FMA 上肢运动功能评分、MBI 及 Carr-Shepherd 手精细功能评分均大幅度提高($P < 0.05$)。训练 6 周后,训练组 FMA 上肢运动功能评分[(41.41 ± 15.05)分]、MBI[(83.46 ± 15.65)分]及 Carr-Shepherd 手精细功能评分[(7.48 ± 1.55)分]较对照组 FMA 上肢运动功能评分[(30.05 ± 12.98)分]、MBI[(71.59 ± 15.28)分]及 Carr-Shepherd 手精细功能评分[(4.19 ± 1.52)分]高($P < 0.05$)。**结论** 在常规康复训练基础上增加优化运动技巧训练,可有效改善脑卒中患者上肢及手部的精细协调功能,提高其日常生活活动(ADL)能力。

【关键词】 脑卒中; 优化运动技巧; 上肢功能